Zur Anatomie einjähriger Zweige von Holzpflanzen.

ACAD.
LUGD. BAT.
BIBL.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Georg August-Universität zu Göttingen.

Vorgelegt von

Karl Schanze

aus Cassel.

Göttingen 1913.

Druck von Weber & Weidemeyer in Cassel.

Angenommen von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung.

Tag der mündlichen Prüfung: 2. Juli 1913.

Referent: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. A. Peter.

Meinem lieben Vater!

Einleitung.

Wenn es sich um die Bestimmung einer Holzpflanze im Winter handelt, so bieten in erster Linie die morphologischen Merkmale des Gesamtaufbaues, der Sprossfolge und der Winterknospen mit ihren Decken wertvolle Anhaltspunkte. Dazu kommen, soweit sie bisher untersucht sind,[1]) die anatomischen Eigentümlichkeiten von Rinde und Holz. Es hat sich gezeigt, dass diese oft sehr brauchbare Merkmale für die Diagnose zu liefern vermöchten, wenn eine solche die anatomische Beschaffenheit überhaupt schon berücksichtigte.

Doch nicht immer stehen dickere Stammstücke zur Verfügung; denn entweder ist das zu bestimmende Gewächs noch zu jung, oder es muss geschont werden, und so entsteht oft die Aufgabe, aus ganz jugendlichen Zweigen die Art festzustellen. Das ist indessen nicht immer leicht ausführbar, schon weil es von brauchbaren umfassenderen Bestimmungstabellen[2]) keine allzugrosse Anzahl gibt, und weil die Menge der in Mitteleuropa eingeführten und kultivierten Bäume und Sträucher so stark angewachsen ist, dass damit die morphologische Bearbeitung nicht gleichen Schritt gehalten hat.

So erschien es als wünschenswert, auch auf dem Wege anatomischer Untersuchung ganz junger, d. h. einjähriger Zweige den Versuch zu machen, ob sich aus der Struktur dieser Zweige Merkmale für die systematische Identifizierung ergeben möchten.

Diese Arbeit stellt einen solchen Versuch dar; die gefundenen und in den Bestimmungstabellen benutzten Merkmale

---

[1]) Dr. H. Solereder „Systematische Anatomie der Dikotyledonen", Stuttgart 1899, und Dr. H. Solereder „Ergänzungsband zur systematischen Anatomie", Stuttgart 1908.

[2]) Willkomm „Deutschlands Laubhölzer im Winter", R. Hartig „Unterscheidungsmerkmale der wichtigeren in Deutschland wachsenden Hölzer", Fr. Schwarz „Forstliche Botanik", Berlin 1892, C. K. Schneider „Dendrologische Winterstudien" 1903.

sind schon auf dem Querschnitt der Zweige allein deutlich zu erkennen.

Das Ergebnis meiner Untersuchungen scheint zu zeigen, dass es recht wohl möglich ist, nach anatomischen Merkmalen der einjährigen Zweige ein Laubholz zu bestimmen.

Ich habe diese Arbeit auf etwa 150 Arten ausgedehnt, so viel sich in gegebener Zeit und mit gegebenem Material erreichen liess.

Die botanischen Gärten von Göttingen und Hann. Münden lieferten aus ihren Holzpflanzenbeständen das Untersuchungsmaterial.

Wertvolle Unterstützung habe ich bei meiner Arbeit durch Herrn Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Peter gefunden, auf dessen Anraten die Arbeit unternommen worden ist.

Ihm spreche ich für beides meinen herzlichsten Dank aus.

Auch Herrn Professor Büsgen und Herrn Forstassessor Oelkers bin ich für Überlassung von Material und freundlich gewährte Hilfe beim Einsammeln desselben zu Danke verpflichtet.

Ich spreche ihnen an dieser Stelle ebenfalls meinen besten Dank aus.

Spezieller Teil.

Salicales.

1. Gattung Populus.

Der bei allen untersuchten Arten vorhandene Kork entsteht aus der subepidermalen Zellschicht. Die Korkzellen sind dünnwandig, meist in radialer Richtung gestreckt; stets ist jedoch die radiale Ausdehnung wenigstens so gross wie die tangentiale.

Als Kristallform sehen wir hauptsächlich Drusen; doch kommen in unmittelbarer Nachbarschaft des Sklerenchyms auch Einzelkrystalle vor.

Der häufig unterbrochene Sklerenchymring besteht fast ausschliesslich aus grösseren isolierten Hartbastfasergruppen, selten liegen zwischen diesen einige Steinzellen.

Bei allen Arten zeigt das Mark 5 Ausbuchtungen.

Populus alba.

Ein dichter Besatz von langen, weichen, einzelligen Haaren findet sich auf der mit einer schwachen Kutikula versehenen Epidermis, die aus quadratischen oder rechteckigen Zellen gebildet wird. Der Inhalt der Epidermiszellen weist eine rötliche Färbung auf.

Das Korkkambium hat 2—3 Reihen Kork- und 1—2 Reihen Korkrindenzellen abgeschieden.

Kollenchymatisch sind die äussersten 4—5 Reihen der Rinde, während die übrigen 3—10 Reihen parenchymatischen Charakter tragen.

In der Rinde liegen vereinzelte Gruppen von Steinzellen, die meist von Einzelkristalle enthaltenden Zellen begleitet werden.

Populus tremula.

Die kahle Epidermis besteht aus rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen; eine nicht sehr kräftige Kutikula schliesst die Achse nach aussen ab.

An der Zusammensetzung des Korkgürtels sind ausser 3—4 Reihen Korkzellen 1—2 Reihen Korkrindenzellen beteiligt.

Die Rinde zeigt eine der Rinde von Populus alba sehr ähnliche Beschaffenheit; nur sind hier viel mehr Steinzellgruppen vorhanden, als in der Rinde von P. alba.

Populus canadensis. Desf.

(P. monilifera Ait.)

Eine kräftige Kutikula bedeckt die Epidermis, die aus rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen zusammengesetzt ist.

Unter der Epidermis befindet sich ein 2—3 Reihen dicker, aus dünnwandigen in radialer Richtung gestreckten Zellen gebildeter Korkgürtel; Korkrindenzellen sind nicht vorhanden.

Die Rinde zeigt denselben Bau, wie er bei P. alba beschrieben ist. Doch fehlen hier die Steinzellgruppen.

Sowohl in der Markperipherie, als auch im Markzentrum sind zahlreiche Drusen enthalten.

Populus nigra.

Epidermis und Korkgürtel haben dieselbe Gestalt, wie die von P. canadensis.

Während bei den bisher beschriebenen Arten die Rinde in ihren äusseren Schichten kollenchymatischen Charakter hat, ist hier die Rinde ganz aus unverdickten Zellen gebildet. Wie bei P. canadensis, so fehlen auch hier Steinzellgruppen in der Rinde.

Im Gegensatz zu P. canadensis enthält das Mark nur in seinen peripheren Schichten Kristalldrusen.

2. Gattung Salix.

Bei der Hälfte der untersuchten Arten ist Kork vorhanden, während die andere Hälfte noch keinen entwickelt hat. Wenn Kork vorhanden ist, so nimmt er seinen Ausgang aus der Epidermis.

Calciumoxalat ist bei allen untersuchten Arten nur in Form von Drusen vorhanden, die im Parenchym, Bast und im Mark liegen können; dies wechselt bei den einzelnen Arten.

Sämtliche einjährigen S.-Achsen besitzen eine kräftige Kutikula, die bei einer Reihe von Arten ganz ausserordentlich stark ist.

Die ersten 11 der untersuchten Arten haben Kork entwickelt, wenn auch meistens nur ganz wenige Reihen Korkzellen vorhanden sind.

Zunächst sollen von diesen 11 Arten 4 beschrieben werden, deren einjährige Achsen keinen Haarbesatz aufweisen.

Salix triandra.

Der 2—3 Zellreihen dicke Korkgürtel ist von einer kräftigen Kutikula umgeben.

In der Rinde ist die Scheidung in Kollenchym und Parenchym nicht deutlich, weil die äusseren Schichten kaum stärkere Zellwände haben, als die inneren; der innere Teil der Rinde besitzt jedoch zahlreiche Interzellularen, während diese im äusseren Teile fehlen.

Vor dem Phloëm, das keine Drusen enthält, liegen kleine isolierte Hartbastfasergruppen.

Drusen sind ausser im Rindenparenchym auch im Mark zu finden.

Salix pentandra.

Unter einer ungeheueren Kutikula liegen 2—3 Reihen Korkzellen, deren tangentiale Wände verdickt sind.

Im Gegensatz zur vorigen Art sehen wir hier typisches Kollenchym, und zwar 3—4 Reihen. Das Parenchym ist von zahlreichen Interzellularen durchbrochen; es enthält zahlreiche grössere Kristalldrusen.

Hartbastfasern sind in grösseren und kleineren Gruppen vorhanden.

Die Markstrahlen sind mit einem tief rötlich-braunen Inhalt versehen.

Zahlreiche Kristalldrusen finden sich im Mark; sie liegen über den ganzen Querschnitt verstreut.

Salix cuspidata.

Der Korkgürtel zeigt denselben Bau, wie bei S. pentandra.

In den kollenchymatisch entwickelten Rindenzellen befindet sich ein rötlich-braun gefärbter Inhalt; auch der Inhalt der

Rindenparenchymzellen weist diese Färbung auf. Das Rindenparenchym enthält zahlreiche grössere Kristalldrusen.

Der Inhalt der Markstrahlen ist ebenso wie der der Rinde rötlich-braun gefärbt.

Drusen sind im Mark ganz wenige oder gar keine zu finden.

Salix silesiaca.

Sie zeigt in ihrem ganzen Bau viel Ähnlichkeit mit S. cuspidata.

Doch ist hier die Aussenwandung der Achse gebuchtet, während sie dort glatt war.

Als ein anderer Unterschied ist das Fehlen der Färbung des Markstrahlinhaltes hervorzuheben. —

Die jetzt folgenden 7 Salix-Arten besitzen alle einen mehr oder weniger dichten Besatz von einzelligen Haaren. Kork ist auch hier vorhanden.

Bei den ersten 4 Arten sehen wir nur wenige Haare, während die letzten drei einen sehr dichten Besatz von einzelligen Haaren aufweisen.

Salix fragilis.

Aus der Epidermis sind 2—3 Reihen Korkzellen entstanden. Eine starke Kutikula umgibt die Achse.

Die äusseren 3—4 Zellagen der Rinde sind kollenchymatisch, die übrigen parenchymatisch entwickelt.

Kristalldrusen sind zahlreich im Parenchym und im Bast zu finden, während das Mark nur wenige oder gar keine Drusen enthält.

Zu grösseren und kleineren Gruppen sind die Hartbastfasern vereinigt.

Der Markkörper ist sehr gross.

Salix alba.

Unter der mässig kräftigen Kutikula liegen 2—3 Reihen Korkzellen; dann folgen 2—3 Reihen kollenchymatischer Rindenzellen. Das Rindenparenchym, welches zahlreiche Interzellularen besitzt, enthält eine Menge von Kristalldrusen.

Vor dem Phloëm sind grössere und kleinere Gruppen von primären Hartbastfasern gelagert. Im Phloëm finden sich zahlreiche kleine Kristalldrusen.

Der Markkörper ist im Gegensatz zu S. fragilis klein.

Salix ambigua.

Es sind 2—3 Reihen Korkzellen vorhanden, deren tangentiale Wände ausserordentlich verstärkt sind. Auch diese Art besitzt eine sehr kräftige Kutikula.

Das kollenchymatische Rindengewebe weist eine Dicke von 4—5 Zellagen auf, während das Rindenparenchym 6—8 Zellreihen dick ist. Es ist von zahlreichen Interzellularen durchsetzt. Drusen sind in ihm nur wenige vorhanden.

Primärer Hartbast ist zu schmalen langgestreckten Gruppen vereinigt, die einen nur an wenigen Stellen unterbrochenen Ring bilden.

Im Bast liegen keine Drusen; das Mark enthält nur ganz wenige oder gar keine.

Salix aurita.

Mit S. repens zusammen bildet diese Art als Bastardform die eben besprochene S. ambigua.

Der innere Bau der einjährigen Achsen von S. aurita und S. ambigua weicht nicht wesentlich von einander ab: Doch ist hier die Korkentwickelung weiter fortgeschritten. Es sind 3—5 Reihen Korkzellen entwickelt.

Während bei jener im Rindenparenchym zahlreiche Interzellularen waren, fehlen diese hier vollständig.

Salix cinerea.

Die Aussenwandung der einjährigen Achsen ist vielfach gebuchtet. Korkzellen sind 2—3 Reihen vorhanden.

Eine Kollenchymschicht von 5—6 Zellagen bildet den äusseren Teil der Rinde, wogegen der parenchymatische Teil eine Dicke von 6—9 Zellreihen besitzt. Zahlreiche Interzellularen durchbrechen das parenchymatische Rindengewebe; die in ihm enthaltenen Drusen sind von beträchtlicher Grösse.

Der primäre Hartbast bildet einen fast ununterbrochenen Ring, der aus langgestreckten Gruppen besteht.

Im Bast und im Mark sind Drusen zu finden.

Die Markstrahlen führen einen rötlich-braunen Inhalt.

Salix velutina.

Diese Art hat eine sehr kräftige Kutikula. 2—3 Reihen Korkzellen sind aus der Epidermis hervorgegangen.

Unter dieser Korkschicht liegt das 4—5 Zellagen umfassende kollenchymatische Rindengewebe. Das Parenchym, welches keine grösseren Interzellularen aufweist, ist 5—7 Zellreihen dick; in ihm sind zahlreiche Drusen vorhanden, während der Bast gar keine und das Mark nur wenige enthält.

Der primäre Hartbast kommt hier in grösseren und kleineren einzelnen Gruppen vor. — Die Gefässe sind gruppenweise angeordnet.

Salix viminalis.

Sie zeigt vieles Gemeinsame mit S. velutina; deshalb werde ich nur das von dieser Abweichende beschreiben.

Die Gefässe sind hier über den ganzen Querschnitt verstreut.

Während das Mark bei jener Art nur wenige Drusen enthält, sind bei dieser zahlreiche Drusen im Mark vorhanden. —

Nunmehr sollen diejenigen S.-Arten besprochen werden, die im ersten Jahre noch keinen Kork entwickeln.

Die ersten 4 Arten besitzen eine kahle Epidermis.

Salix purpurea.

Sehr kräftig ist die Kutikula entwickelt; sie hat nach innen kleine Zähne, die die radialen Epidermiswände verstärken. Die Zellen der Epidermis sind quadratisch oder rechteckig; sie zeigen eine Streckung in radialer Richtung.

Die Rinde lässt eine deutliche Scheidung in Kollenchym und Parenchym zu; ebenso wie die Markstrahlen weist sie einen rötlich-braun gefärbten Inhalt auf.

Vor dem Phloëm liegen isolierte Gruppen von primären Hartbastfasern.

Der Holzteil bildet noch keinen zusammenhängenden Ring; vielmehr sind meistens die einzelnen Gefässbündel noch von einander getrennt.

Im Mark sind nur wenige oder gar keine Drusen enthalten.

Salix acutifolia.

Bei dieser Art ist die Kutikula ganz ungeheuer entwickelt. Die Epidermis besteht aus quadratischen oder rechteckigen Zellen, die bald in radialer, bald in tangentialer Richtung gestreckt sind.

Ganz ähnlich wie bei S. purpurea ist hier die Rinde gebaut; auch in den übrigen Geweben zeigt diese Art ein fast gleiches Verhalten, wie jene; doch fehlt hier die rötlich-braune Färbung des Inhalts der Rindenzellen.

Salix phylicifolia.

In ihrem ganzen Bau gleicht die einjährige Achse der von S. acutifolia.

Kleine Unterschiede sind in der nicht ganz so starken Kutikula, in dem Fehlen der rötlich-braunen Färbung des Markstrahlinhaltes und darin vorhanden, dass bei dieser Art sehr viele Drusen sich im Rindenparenchym befinden, während es bei jener nur wenige sind.

Salix caesia.

Zum Unterschied gegen die letzten 3 Arten sind hier das Vorkommen von zahlreichen grossen Interzellularen im Rindenparenchym, die noch vorhandene Trennung der Gefässbündel im Holzteil und die zahlreichen Drusen im Mark hervorzuheben. —

Die jetzt folgenden 3 Salix-Arten haben eine mit wenigen einzelligen Haaren besetzte Epidermis.

Salix tristis.

Auch hier ist wie bei den vorigen Arten die Kutikula sehr kräftig entwickelt.

Der kollenchymatische Teil der Rinde und die Markstrahlen führen einen rötlich-braun gefärbten Inhalt.

Im Rindenparenchym sind zahlreiche grössere Interzellularen.

Das Mark enthält nur ganz wenige oder gar keine Drusen.

Salix Pontederana.

Unter der mit einer kräftigen Kutikula versehenen Epidermis liegt eine rötlich-braun gefärbte Kollenchymschicht, an die sich das an Drusen reiche Rindenparenchym anschliesst.

Der Hartbast ist in grösseren und kleineren Gruppen vorhanden.

Im Bast sind kleine Kristalldrusen enthalten; im Mark liegen zahlreiche grössere Drusen.

Eine bemerkenswerte Eigenart zeigen die Gefässe in ihrer Anordnung; sie sind nicht, wie bei den meisten S.-Arten, über den Querschnitt verstreut, sondern liegen in radialen Reihen.

Salix oleifolia.

In der Hauptsache weist sie denselben Bau auf, wie S. Pontederana. Davon abweichend ist hier das Kollenchym nicht tief rötlich braun gefärbt; ausserdem sind hier keine Drusen im Bast enthalten. —

Die jetzt folgenden 7 Arten besitzen einen dichten Besatz von einzelligen Haaren.

Salix lanceolata.

Das 6—7 Zellreihen umfassende kollenchymatische Rindengewebe zeichnet sich durch eine intensive rötlich-braune Färbung aus, die weniger intensiv auch alle übrigen Gewebe durchdringt.

Primärer Hartbast ist noch fast gar nicht entwickelt.

Das Mark enthält nur wenige oder gar keine Drusen, während im Parenchym zahlreiche Drusen liegen.

Salix rubra.

Ihre Kutikula ist im Vergleich zu fast allen übrigen Salix-Arten nur mässig stark.

Die Wände der Kollenchymzellen und der Gefässe sind tief rötlich-braun gefärbt. Wie bei S. lanceolata ist auch hier der primäre Hartbast noch wenig entwickelt.

Im Holzteil sind die einzelnen Gefässbündel noch von einander getrennt.

Das Mark enthält keine Drusen; dagegen sind auch hier im Rindenparenchym zahlreiche Drusen vorhanden.

Salix caprea.

Nur mässig stark ist die Kutikula, die die aus rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen bestehende Epidermis umgibt.

Im Gegensatz zu den vorigen Arten weist bei dieser Art keines der Gewebe eine rötlich-braune Färbung auf.

Wie bei S. rubra ist auch hier der primäre Hartbast noch wenig entwickelt; ebenso sind auch bei dieser Art die Gefässbündel noch nicht zu einem geschlossenen Ring vereinigt.

Das Vorkommen der Kristalldrusen in den einzelnen Geweben ist dasselbe wie bei S. rubra.

Salix longifolia.

Sie zeigt im Bau der einjährigen Achsen grosse Ähnlichkeit mit denen von S. caprea.

Im Gegensatz zu jenen besitzen diese kleine, isolierte Hartbastfasergruppen. Ausserdem liegen hier im Bast und im Mark zahlreiche Kristalldrusen.

Salix repens.

Eine ausserordentlich kräftige Kutikula umgibt die Achse.

Die Kollenchymzellen sind mit einem dunkelbraun gefärbten Inhalt versehen.

Vor dem Phloëm sind primäre Hartbastfasergruppen gelagert, die meist langgestreckt sind.

Die Gefässe sind vorwiegend in radialen Reihen angeordnet. Ebenso wie die Kollenchymzellen, sind auch die Markstrahlzellen mit braunem Inhalt gefüllt.

Kristalldrusen sind in Parenchym und Bast in Menge vorhanden; das Mark enthält jedoch nur ganz wenige oder gar keine.

Salix nigricans.

Sie besitzt eine mässig starke Kutikula; ihre Epidermis besteht aus rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen.

Der äussere kollenchymatische Teil des Rindengewebes setzt sich ebenso, wie die Markstrahlen, aus mit rötlich-braunem Inhalt versehenen Zellen zusammen.

Auch bei dieser Art ist der Hartbast noch wenig entwickelt.

Eine überaus grosse Menge von Kristalldrusen findet sich im Bast und im Mark, während das Parenchym nur wenige enthält. Die im Bast liegenden Drusen sind klein, die im Mark sehr gross.

Salix daphnoides.

Die Kutikula ist ausserordentlich kräftig.

Kollenchym tritt in einer Dicke von 4—5 Zellenreihen auf; das Rindenparenchym ist von vielen Interzellularen durchsetzt und enthält zahlreiche Kristalldrusen.

Vor dem Phloëm liegen grössere und kleinere Gruppen von Hartbastfasern. In das Phloëm sind zahlreiche kleine Drusen eingelagert.

Die Markstrahlen besitzen einen rötlich-braun gefärbten Inhalt.

Zahlreiche Drusen sind im Mark vorhanden.

Iuglandales.

Iuglans regia.

Die Epidermis besteht aus grossen, in tangentialer Richtung gestreckten, rechteckigen Zellen, deren Inhalt braun-rot gefärbt ist. Eine nicht sehr kräftige Kutikula schliesst die Achse nach aussen ab. Aus der ersten Zellreihe der primären Rinde sind 5—7 Reihen Korkzellen und 2—3 Reihen Korkrindenzellen entstanden; die Korkzellen sind dünnwandig.

Unter dem Korkgürtel liegt eine 4—5 Zellagen umfassende Schicht typischen Kollenchyms; dann folgt eine Parenchymschicht von 5—6 Zellreihen Dicke; in dieser Schicht sind Kristalldrusen vorhanden.

Vor dem Phloëm liegen kleine, isolierte Gruppen von Hartbastfasern, die meistens ein grosses Lumen besitzen. Im Bast selbst sind kleine Gruppen sekundärer Hartbastfasern zu finden, in deren Nachbarschaft kleine Einzelkristalle gelagert sind.

Das heterogene Mark enthält in seinen äusseren Schichten Stärke und zahlreiche grosse und kleine Einzelkristalle.

Iuglans nigra.

Wie bei I. regia, so zeigt auch hier der Inhalt der Epidermiszellen eine rötlich-braune Färbung. Die Epidermis-

zellen sind schmal rechteckig in tangentialer Richtung gestreckt. Ein dichter Besatz von einzellreihigen Haaren zeichnet diese Epidermis aus.

Von ausserordentlicher Mächtigkeit ist hier der Korkgürtel; er hat eine Dicke von 15—18 Reihen Korkzellen, zu welchen noch 3—4 Reihen Korkrindenzellen kommen. Der Kork entsteht, wie bei I. regia aus der subepidermalen Zellschicht.

Die Rinde setzt sich aus 3—5 Lagen Kollenchymzellen und 7—10 Lagen Parenchymzellen zusammen; in den letzteren sind zahlreiche Kristalldrusen enthalten.

Grosse Gruppen von Hartbastfasern, zwischen denen vereinzelte Steinzellen liegen, sind dem Bast vorgelagert. Die Hartbastfasern sind im Gegensatz zu denen von I. regia kleinlumig.

Im Bast finden sich zahlreiche kleinere Kristalldrusen. Sekundäre Hartbastfasern sind hier nicht entwickelt.

Das Mark ist auch bei dieser Art heterogen. Die äussersten 5 Zellreihen enthalten grosse Stärkemengen; auch sind im Mark zahlreiche Drusen enthalten. Das Markzentrum ist aus dünnwandigen, leeren Zellen gebildet; teilweise ist das Markzentrum aufgelöst, die Achse also röhrig.

Fagales.

Betulaceae.

Betula pubescens.

Die einjährige Achse besitzt eine mit bräunlichem Inhalt versehene, stark kutinisierte Epidermis, deren Zellen rechteckig in tangentialer Richtung gestreckt sind. Die Epidermis ist besetzt mit straffen, einzelligen Haaren.

Aus der ersten Zellreihe der primären Rinde ist ein Korkgürtel entstanden, der aus 7—9 Reihen Korkzellen und 2—3 Reihen Korkrindenzellen besteht. Die Korkzellen sind rechteckig, in radialer Richtung stark abgeplattet.

Eine Kollenchymschicht von 3—4 Zellreihen Dicke bildet den äusseren Teil der Rinde. Die Parenchymschicht, in der nur wenige Kristalldrusen enthalten sind, umfasst 4—6 Zellagen.

Zwischen den grösseren und kleineren Hartbastfasergruppen liegen zahlreiche Steinzellen, sodass ein fast ununterbrochener Sklerenchymring vorhanden ist.

Das Mark enthält zahlreiche Kristalldrusen.

Betula nigra.

Das anatomische Verhalten ihrer einjährigen Zweige weicht wenig von dem der Zweige von B. pubescens ab.

Im Gegensatz zu dieser besteht hier die Behaarung aus langen, weichen, einzelligen Haaren und Büscheln von Haaren.

Da auch die übrigen untersuchten Betula-Arten nur in wenigen Punkten von B. pubescens verschieden sind, so kann ich mich mit der Beschreibung dieser Verschiedenheiten begnügen.

Betula lutea.

Ihre Epidermis ist besetzt mit vielen straffen, einzelligen Haaren und wenigen Schilddrüsen.

Im Mark sind nur ganz wenige oder gar keine Drusen enthalten.

Betula nana.

Während bei den bisher beschriebenen Arten die Hartbastfasergruppen in radialer Richtung sehr dick sind, sind sie hier nur wenige Zellreihen dick, in tangentialer Richtung aber langgestreckt.

Sowohl im Rindenparenchym als auch im Mark liegen wenige oder gar keine Drusen.

Betula humilis.

Sie zeigt dasselbe Bild, wie B. nana. Doch sind hier im Rindenparenchym viele Kristalldrusen enthalten.

Betula verrucosa.

Hier liegen in der Nachbarschaft des Sklerenchymrings grosse Einzelkristalle. Das Rindenparenchym weist eine grosse Zahl von Drusen auf. Haare sind bei dieser Art nicht vorhanden. Im Mark liegen keine Kristalle.

Betula carpathica.

Auch dieser Art fehlt ein Haarbesatz auf der Epidermis vollkommen. Wie bei B. verrucosa enthält auch hier das Rindenparenchym zahlreiche, schön gebildete Drusen; ebenso führt auch hier das Mark keine Drusen. Während bei B. verrucosa in der Nähe des Sklerenchyms Einzelkristalle lagen, sind hier keine vorhanden. —

Alnus glutinosa.

Die Epidermis besteht aus rechteckigen, in radialer Richtung gestreckten Zellen; eine ausserordentlich kräftige Kutikula umgibt die Achse.

Aus der ersten Zellreihe der primären Rinde, die zum Korkkambium geworden ist, sind 4—6 Reihen Korkzellen und 1—2 Reihen Korkrindenzellen entstanden.

In der nicht deutlich in Kollenchym und Parenchym geschiedenen Rinde liegen zahlreiche Drusen und Einzelkristalle.

Der ununterbrochene Sklerenchymring setzt sich fast ausschliesslich aus Hartbastfasergruppen zusammen; es sind nur wenige einzelne Steinzellen vorhanden.

Neben zahlreichen Kristalldrusen enthält der Bast auch Einzelkristalle. Wie bei den Betula-Arten, so sind auch bei der Gattung Alnus die Gefässe in radialen Reihen angeordnet.

Das drei Ausbuchtungen besitzende Mark ist nur aus aktiven Zellen gebildet, die ausser grossen Stärkemengen vereinzelte Kristalldrusen aufweisen.

Alnus barbata.

Im grossen und ganzen stimmt ihr Bau mit dem von A. glutinosa überein.

Doch ist hier der 3—4 Zellreihen dicke Korkgürtel nur an einer Seite der Achse entwickelt.

Auch in dem Vorkommen der Kristalle in den einzelnen Geweben ist ein Unterschied vorhanden.

Im Parenchym der Rinde sind hier nur Kristalldrusen vorhanden; Einzelkristalle liegen nur in der Nachbarschaft des Sklerenchymringes.

Das Mark enthält zahlreiche Drusen, während bei A. glutinosa nur ganz wenige zu finden sind.

Alnus incana.

Ihre Epidermis zeigt denselben Bau wie bei den vorigen Arten. Hier hat aber die Epidermis einen dichten Besatz von kurzen, einzelligen Haaren.

Die Korkentwickelung hat eben erst begonnen; infolgedessen sind höchstens 2—3 Reihen vorhanden.

Im Gegensatz zu den beiden vorhergehenden Arten sind die äussersten 4—5 Zellagen der Rinde typisch kollenchymatisch entwickelt. Das Rindenparenchym enthält zahlreiche Kristalldrusen.

Die Hartbastfasern besitzen dünne Wände und haben ein sehr grosses Lumen; sie sind zu einzelnen Gruppen vereinigt. Steinzellen sind zwischen den Hartbastfasern nicht vorhanden.

Eine Menge kleiner Kristalldrusen liegt im Bast. Die Anordnung der Gefässe in radiale Reihen ist auch bei dieser Art zu sehen.

Das dreistrahlige Mark ist ein von vielen Interzellularen durchsetztes, lockeres Gewebe, in dem zahlreiche Kristalldrusen vorkommen.

Alnus viridis.

Eine kräftige Kutikula verstärkt die Epidermis, die mit wenigen kleinen einzelligen Haaren besetzt ist.

Der Korkgürtel besteht aus 7—9 Reihen in radialer Richtung stark abgeplatteter Korkzellen und 2—3 Reihen Korkrindenzellen.

Von der Rinde sind die äussersten 4—5 Zellagen kollenchymatisch entwickelt; die übrigen Zellen tragen parenchymatischen Charakter.

Im Rindenparenchym und im Bast liegen zahlreiche Kristalldrusen.

Die Hartbastfasern sind zu grösseren und kleineren isolierten Gruppen vereinigt.

Auch hier ist das Mark dreistrahlig; es enthält nur wenige Kristalldrusen.

Corylus Avellana.

Die Epidermis, die aus rechteckigen, bald in radialer, bald in tangentialer Richtung gestreckten Zellen besteht, ist dicht besetzt mit straffen, einzelligen Haaren.

Aus der ersten Zellreihe der primären Rinde ist ein Korkgürtel hervorgegangen, der 4—5 Reihen Korkzellen und 1—2 Reihen Korkrindenzellen umfasst.

Kollenchym ist in der Rinde typisch entwickelt, und zwar ist eine Schicht von 6—7 Zellagen vorhanden. Ungefähr die gleiche Anzahl von Zellagen weist das Rindenparenchym auf; in ihm liegen zahlreiche grosse Kristalldrusen.

Vor dem Phloëm ist ein fast kontinuierlicher, gemischter Sklerenchymring gelagert. Das Phloëm enthält ganz vereinzelte Kristalldrusen.

Die Gefässe sind vorwiegend in radialen Reihen angeordnet.

Heterogenen Bau zeigt das Mark; die Markperipherie wird aus mehreren Schichten kleiner, derbwandiger, mit Stärke gefüllter Zellen gebildet, während der zentrale Teil des Markes sich aus grossen dünnwandigen Zellen zusammensetzt. Sowohl die Markperipherie als auch das Markzentrum enthalten Kristalldrusen.

Corylus intermedia.

Ihr Bau weicht wenig von dem der einjährigen Achse von C. Avellana ab.

Der Haarbesatz ist hier nicht so dicht wie dort. Der Korkgürtel besteht aus 7—9 Reihen Korkzellen und 2—3 Reihen Korkrindenzellen.

Kollenchym ist in einer Schicht von 3—5 Reihen vorhanden; die Parenchymschicht zeigt ungefähr die gleiche Dicke.

Die Verteilung und das Vorkommen der Krystalle und der Bau des Markes sind dieselben wie bei C. Avellana; doch enthält hier der Bast zahlreiche Kristalldrusen.

Corylus Colurna.

Die einjährige Achse unterscheidet sich von C. intermedia dadurch, dass ihr Sklerenchymring häufig unterbrochen ist, während er bei jener einen kontinuierlichen Ring darstellt.

Im Verhalten der übrigen Gewebe stimmt sie mit C. intermedia überein.

Corylus tubulosa.

In einem Punkte weicht sie von den übrigen untersuchten Corylus-Arten ab.

Das Mark enthält nur ganz vereinzelte Drusen, meistens fehlen sie vollkommen.

Carpinus Betulus.

Auf der aus rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen bestehenden Epidermis sitzen zahlreiche kurze, straffe, einzellige Haare, die wie kleine, scharfe Stacheln aussehen.

Im Gegensatz zu der Gattung Corylus sind die Korkzellen hier derbwandig und in radialer Richtung stark zusammengedrückt. Der Korkgürtel hat eine Dicke von 4—5 Zellagen, an die sich 2—3 Reihen Korkrindenzellen anschliessen.

Die Hartbastfasergruppen und Steinzellen sind zu einem vollkommen ununterbrochenen Ring vereinigt.

3—4 Reihen Kollenchymzellen und ebensoviel Reihen Parenchymzellen setzen die Rinde zusammen; das Parenchym enthält zahlreiche Drusen.

Kristalle sind im Phloëm nicht vorhanden.

Wie bei den Corylus-Arten, so sind auch hier die Gefässe in radialen Reihen angeordnet.

Anders ist dagegen hier das Mark gestaltet; es besteht ganz aus aktiven Zellen, in denen neben grossen Stärkemengen nur wenige Drusen zu finden sind.

Carpinus duinensis.

Die einjährige Achse stimmt im grossen und ganzen mit der von Carpinus Betulus überein; doch ist hier der Sklerenchymring häufig unterbrochen, während er dort vollkommen ununterbrochen ist.

Carpinus americana.

Auch bei dieser Art zeigen sich nur wenige Abweichungen von dem Bau der einjährigen Zweige von C. Betulus.

Haare sind auf der Epidermis nicht vorhanden; der Bast enthält hier Kristalldrusen, während sie dort fehlten.

Cupuliferae.

Fagus silvatica.

Eine kräftig kutinisierte Epidermis umgibt die Achse; auch die radialen Wände der Epidermiszellen sind verstärkt.

Der aus der subepidermalen Zellschicht hervorgegangene Korkgürtel besteht aus 5—6 Lagen radial stark abgeplatteter Korkzellen und 2—3 Reihen Korkrindenzellen.

Kollenchymatisches Gewebe ist nur wenig vorhanden, etwa 3—4 Zellagen, an die sich das von grossen Interzellularen durchsetzte Rindenparenchym anschliesst. Im letzteren finden sich Kristalldrusen vor.

Vor dem Bast ist ein fast ununterbrochener, gemischter Sklerenchymring gelagert, der aus grossen Hartbastfasergruppen und Steinzellgruppen zusammengesetzt ist. In seiner Nachbarschaft liegen Einzelkristalle.

Die Gefässe sind grosslumig, über den Querschnitt verstreut. Bis zu 10 Zellreihen breit sind die primären Markstrahlen. In diesen, wie auch in den sekundären Markstrahlen zeigen sich grössere Einzelkristalle.

Eine Menge grosser Einzelkristalle ist auch im Mark enthalten und zwar in seinen äusseren Schichten. Der Markquerschnitt hat 4 Ausbuchtungen, das Mark ist vierstrahlig.

Fagus silvatica var. **atropurpurea.**

Es seien nur kurz die Unterschiede von F. silvatica genannt, und im übrigen sei auf die Beschreibung dieser Art verwiesen.

Einzelkristalle finden sich zahlreich zwischen den vielen Drusen im ganzen Rindenparenchym.

Zwischen den mondsichelförmigen Hartbastfasergruppen liegen nur wenige Steinzellen.

Fagus ferruginea.

Auch bei der Beschreibung dieser Art kann ich mich kurz fassen, indem ich nur die Abweichungen von F. silvatica beschreibe.

Charakteristisch für diese Art ist das Vorkommen von einzelnen Steinzellen im Rindenparenchym.

Wie bei F. silv. var. atropurpurea sind auch hier im Rindenparenchym ausser einer Menge von Drusen zahlreiche Einzelkristalle enthalten.

Im Mark liegen hier wenig, meist gar keine Kristalle.

Castanea sativa.

Unter einer kräftigen Kutikula liegt die aus rechteckigen, in tangentialer Richtung stark gestreckten Zellen bestehende Epidermis.

Wie bei den anderen Fagales ist auch hier die subepidermale Zellschicht zum Korkkambium geworden; dieses hat nach aussen 8—10 Reihen Korkzellen, nach innen 2—3 Reihen Korkrindenzellen abgeschieden.

Das kollenchymatische Rindengewebe besteht aus 4—5 Reihen ziemlich grosser, mit sehr starken Wänden versehener Zellen. Das Rindenparenchym ist 7—8 Zellagen dick; in ihm liegen zahlreiche, z. T. sehr grosse Kristalldrusen.

Auch hier ist der Sklerenchymring fast kontinuierlich und gemischt.

Im Bast liegen in den primären Markstrahlen viele kleine Drusen.

Das Mark ist auch hier vierstrahlig; es enthält neben Stärke auch Einzelkristalle, die meistens zu mehreren in einer Markzelle liegen.

Quercus rubra.

Die einjährige Achse, die mit einer kräftigen Kutikula versehen ist, besitzt eine aus rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen bestehende Epidermis. Die Epidermiszellen haben starke Membranen.

Aus der ersten Zellreihe der primären Rinde ist ein Korkgürtel hervorgegangen, der 4—5 Zellreihen dick ist. An diese schliessen sich 2—3 Reihen Korkrindenzellen an. Die in radialer Richtung stark abgeplatteten Korkzellen sind derbwandig.

Das Mark hat, im Querschnitt gesehen, 5 Ausbuchtungen, denen die übrigen Gewebe folgen.

So hat das Kollenchym eine Dicke von 4—10, das Parenchym der Rinde eine solche von 3—10 Zellagen. Im Rindenparenchym liegen Kristalldrusen in grosser Menge.

Vor dem Phloëm zeigt sich ein ununterbrochener, gemischter Sklerenchymring, der teilweise eine mächtige Dicke aufweist.

Die Markzellen sind sämtlich mit Stärke gefüllt; auch enthält das Mark Kristalldrusen.

Quercus falcata.

Sie zeigt der Hauptsache nach dieselben Erscheinungen wie Qu. rubra.

Als Unterscheidungsmerkmal von dieser ist das Vorkommen von zahlreichen Steinzellen im Rindenparenchym hervorzuheben.

Quercus coccinea.

Auch der Bau ihrer einjährigen Achsen entspricht fast vollkommen dem der Achsen von Quercus rubra; doch enthält das Mark hier Einzelkristalle, während dort Drusen vorhanden sind.

Quercus sessiliflora.

Ihre einjährigen Achsen unterscheiden sich von denen der Quercus coccinea dadurch, dass hier im Rindenparenchym nur Drusen vorkommen, während dort zwischen den Drusen auch Einzelkristalle liegen.

Im Mark sind wie bei Qu. coccinea ausschliesslich Einzelkristalle enthalten.

Quercus pedunculata.

Die Epidermis ist aus unregelmässigen, rechteckigen Zellen gebildet, die von einer dünnen Kutikula überzogen sind.

Unter der Epidermis liegt ein Korkgürtel, der aus 4—5 Zellagen besteht. Die äusserste Reihe setzt sich aus Zellen zusammen, deren radiale Ausdehnung fast so gross ist wie die tangentiale, während die übrigen Zellagen radial stark abgeplattet sind. Die tangentialen Wände der Korkzellen sind ausserordentlich kräftig. Ausser den 4—5 Reihen Korkzellen sind noch 1—2 Reihen Korkrindenzellen vorhanden.

Die Rinde weist eine Kollenchymschicht von 4—8 Zellreihen Dicke und eine Parenchymschicht von 2—6 Zellagen auf; das Rindenparenchym enthält zahlreiche Kristalldrusen.

Vor dem Bast liegt ein häufig unterbrochener Sklerenchymring; zwischen den Hartbastfasergruppen kommen nur wenige Steinzellen vor.

Im Bast sind zahlreiche kleine Kristalldrusen vorhanden; in dem wie bei allen übrigen Quercus-Arten fünfstrahligen Mark kommen wenige grosse Drusen vor.

Quercus nigra.

Epidermis und Korkgürtel zeigen dasselbe Verhalten, wie es bei Qu. pedunculata beschrieben ist.

Kollenchym ist in einer Schicht von 3—4 Zellagen vorhanden, wogegen das Parenchym bis zu 20 Zellagen Dicke aufzuweisen hat; in ihm sind ungeheuere Mengen von Drusen enthalten.

Der Sklerenchymring ist hier vollkommen kontinuierlich; im Gegensatz zu Qu. pedunculata liegen zahlreiche Steinzellen zwischen den Hartbastfasergruppen.

Eine Menge kleiner Kristalldrusen findet sich im Bast; das Mark dagegen enthält nur grosse Einzelkristalle.

Quercus Georgiana.

Eine nur schwache Kutikula umschliesst die Epidermis, deren Zellen unregelmässig gestaltet sind.

Der aus der subepidermalen Zellschicht hervorgegangene Korkgürtel besteht aus 5—6 Reihen Korkzellen und 1—2 Reihen Korkrindenzellen. Auch hier sind die Korkzellen der äussersten Reihe in radialer Richtung ebensoviel gestreckt, wie in tangentialer, während die übrigen in radialer Richtung eine starke Abplattung zeigen.

Bis 6 Zellagen umfasst das kollenchymatische Rindengewebe; das Rindenparenchym zeigt eine Dicke von 4—15 Reihen. Nur wenige Kristalldrusen sind im Parenchym zu finden.

Der Sklerenchymring, in dem zahlreiche Steinzellgruppen enthalten sind, ist vollkommen ununterbrochen; in seiner unmittelbaren Nachbarschaft liegen viele Einzelkristalle.

Im Mark sind vereinzelte Kristalldrusen vorhanden.

Quercus macrocarpa.

Unter der nur mit einem dünnen Kutinhäutchen versehenen Epidermis liegt ein Korkgürtel, der sich aus 5—6 Reihen Korkzellen und 3—4 Reihen Korkrindenzellen zusammensetzt. Die Korkzellen zeigen in radialer Richtung fast dieselbe Ausdehnung wie in tangentialer; viele sind sogar in radialer Richtung gestreckt. Dadurch unterscheidet sich diese Art von allen übrigen untersuchten Quercus-Arten.

Kollenchym tritt in einer Schicht von 4—8 Zellagen auf, während das Rindenparenchym eine Dicke von 8—20 Zellreihen aufweist. Im Parenchym sind sowohl Drusen als auch Einzelkristalle enthalten. Ausserdem kommen im Rindenparenchym zahlreiche Steinzellen vor.

Vor dem Bast liegt ein vollkommen ununterbrochener Sklerenchymring, in dem zwischen den Hartbastfasergruppen eine grosse Menge von Steinzellgruppen vorhanden ist.

Auch hier ist das Mark fünfstrahlig; Kristalle sind in ihm nicht zu finden. —

Bei allen bisher beschriebenen Arten fehlten Haare auf der Epidermis. Die jetzt folgenden zwei Arten haben dagegen einen Haarbesatz.

Quercus macranthera.

Die vielfach mit Einbuchtungen versehene Epidermis, die aus sehr unregelmässig gestalteten Zellen gebildet wird, besitzt eine kräftige Kutikula. Auf der Epidermis sitzen lange, einzellige Haare und Haarbüschel.

Aus dem Korkkambium sind 7—10 Reihen Korkzellen und 3—4 Reihen Korkrindenzellen entstanden. Die Korkzellen sind radial abgeplattet.

Die Rinde, welche grosse Mengen von Kristalldrusen enthält, besteht aus 3—7 Reihen Kollenchym- und 10—20 Reihen Parenchymzellen.

Vollkommen kontinuierlich ist der aus Hartbastfasergruppen und Steinzellgruppen zusammengesetzte Sklerenchymring.

Das Mark hat denselben Bau, wie bei allen bisher beschriebenen Arten; in ihm kommen ganz vereinzelte Einzelkristalle vor.

Quercus Cerris.

Bei dieser Art ist die Epidermis mit 2—5 armigen Haaren besetzt, deren Arme kurz und straff sind; neben diesen sind auch noch wenige einfache, einzellige Haare vorhanden.

Der Korkgürtel besteht aus 7—10 Reihen Korkzellen und 3—4 Reihen Korkrindenzellen. Die Korkzellen, welche derbe Wände besitzen, sind in radialer Richtung stark zusammengedrückt.

Da in den übrigen Geweben zwischen dieser Art und Qu. macranthera wenig Unterschiede bestehen, so sei auf die Beschreibung derselben verwiesen.

Besonders hervorzuheben ist hier jedoch das Vorkommen von zahlreichen Einzelkristallen im Mark. Ausser den Einzelkristallen enthält das Mark wenige Drusen.

Ulmaceae.

Ulmus campestris.

Auf der schwach kutinisierten Epidermis sitzen wenige straffe, einzellige Haare. Die Epidermiszellen sind rechteckig, in tangentialer Richtung gestreckt; ihr Inhalt weist eine rötlichbraune Färbung auf.

Ein Korkgürtel, der aus 3—4 Lagen Korkzellen und ebensoviel Lagen Korkrindenzellen besteht, ist aus der ersten Zellreihe der primären Rinde hervorgegangen.

Kollenchym ist in einer Schicht von 3—5 Zellagen entwickelt, während die Rindenparenchymzellen eine Schicht von 5—8 Lagen bilden. Im Rindenparenchym, das von zahlreichen Interzellularen durchbrochen ist, sind zahlreiche Einzelkristalle enthalten.

Die Hartbastfasern sind in isolierten Gruppen dem Bast vorgelagert; die einzelnen Fasern schliessen in den Gruppen nicht dicht aneinander, sondern liegen einzeln nebeneinander.

Im Bast befinden sich wenige Einzelkristalle; auch in den Markstrahlen und im Holzparenchym kommen vereinzelte Einzelkristalle vor.

Das Mark ist heterogen, die äusseren, dickwandigen, aktiven Zellen enthalten neben einer Menge Stärke wenige Einzelkristalle; der zentrale Teil des Markes besteht aus dünnwandigen, leeren Zellen.

Ulmus montana.

Sie unterscheidet sich nnr wenig von Ulmus campestris.

Die Epidermis besitzt keinen Haarbesatz.

Während bei U. campestris Einzelkristalle in den Markstrahlen und im Holzparenchym in ganz geringer Zahl vorhanden sind, kommen hier zahlreiche Einzelkristalle vor.

Ulmus effusa.

Auch bei dieser Art kann ich mich damit begnügen, auf die Beschreibung von U. campestris zu verweisen.

Ein sofort in die Augen springender Unterschied ist jedoch vorhanden. Hier liegen nämlich im Bast zahlreiche, einzelne, sekundäre Hartbastfasern.

Saxifragaceae.

Gattung Philadelphus.

Untersucht und im „Allgemeinen Teil“ berücksichtigt sind: Philadelpus speciosus, Ph. pubescens, Ph. grandiflorus, Ph. floribundus, Ph. laxus und Ph. hirsutus.

Da die einzelnen Arten nur wenig in ihrem Bau voneinander abweichen, so seien hier nur zwei Arten genau beschrieben. Die zwischen diesen beiden und den übrigen vorhandenen Unterschiede gehen aus dem systematischen Teil hervor.

Philadelphus floribundus.

Seine mit einer nur dünnen Kutikula bedeckte Epidermis besteht aus rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen, die mit einem tiefrot gefärbten Inhalt versehen sind.

Unter der Epidermis liegt eine 4—5 Zellagen dicke kollenchymatische Schicht, deren ovale Zellen ebenso wie die der Epidermis eine starke Streckung in tangentialer Richtung aufweisen; auch diese Zellen sind mit einem rötlichen Inhalt gefüllt. In dem dann folgenden, aus 2—3 Lagen grosser, dünnwandiger Zellen bestehenden Rindenparenchym befinden sich Leisten aus mechanischem Gewebe. Viele Zellen des Parenchyms enthalten Kristalldrusen, die jedoch teilweise aufgelöst sind.

Aus der äussersten Zellschicht des Phloëms ist ein Korkgürtel hervorgegangen, der aus 2—3 Reihen sehr grosser, radial gestreckter Zellen zusammengesetzt ist; die Wände der Korkzellen sind mässig derbwandig. Zwischen den radial gestreckten Korkzellen liegen häufig radial stark zusammengedrückte, die vielfach sklerotisiert sind.

Das Mark zeigt heterogenen Bau; der zentrale Teil besteht aus dünnwandigen, leeren Zellen; die 2—3 äussersten Schichten werden aus dickwandigen, vollständig mit Stärke gefüllten Zellen gebildet.

Philadelphus hirsutus.

Die Epidermiszellen sind quadratisch bis rechteckig; im letzteren Fall zeigen sie eine Streckung in tangentialer Richtung.

Eine 4–5 Zellagen dicke Kollenchymschicht, die ebenso wie die Epidermis mit einem rötlich-braunen Inhalt versehen ist, bildet den äusseren Teil der Rinde.

Die bei den anderen Arten im Parenchym der Rinde vorhandenen Kollenchymleisten fehlen hier. Auch finden sich im Parenchym keine Kristalldrusen vor.

Ausserdem ist der Korkgürtel hier anders gestaltet als bei den übrigen Arten. Er geht zwar auch aus der ersten Zellreihe des Bastes hervor, doch sind die 5—6 Reihen Korkzellen unregelmässig, nicht in Reihen angeordnet; sklerotisierte Zellen kommen nicht vor.

Auch hier ist das Mark heterogen, in den äussersten Schichten des aus dünnwandigen Zellen gebildeten Zentralzylinders sind Kristalldrusen enthalten.

Gattung Hydrangea.

Als charakteristisches Merkmal tritt uns bei dieser Gattung Calciumoxalat in Form von Raphiden entgegen.

Hydrangea quercifolia.

Auf der meist aus rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen gebildeten Epidermis befindet sich ein dichter Besatz von Büschelhaaren, die einen vielzelligen Fuss besitzen. Die Kutikula ist mässig stark.

Einen eigenartigen Bau zeigt die 7—9 Zellagen umfassende Kollenchymschicht. Die Wände der Kollenchymzellen sind derartig verdickt, dass an den Stellen, wo mehrere Zellen aneinanderstossen, grosse Dreiecke, Vierecke oder Polygone aus verdickten Zellwänden entstehen.

Das Rindenparenchym weist denselben Umfang auf, wie das Kollenchym, zahlreiche Zellen des Parenchyms enthalten Raphidenbündel.

Kork ist hier noch nicht entwickelt.

Die Gefässe sind in radialen Reihen geordnet.

Neben zahlreichen Raphidenbündeln enthält das Mark grössere Stärkemengen.

Hydrangea arborescens.

Die durch eine mässig dicke Kutikula verstärkte Epidermis besitzt keinen Haarbesatz.

Bei dieser Art ist die Rinde bedeutend weniger dick, als bei der vorigen; sie umfasst nur 8—10 Zellagen; davon entfallen auf das wie bei H. quercifolia gebildete Kollenchym 3—5 Zellagen, auf das Parenchym 3—7 Zellagen. Raphidenbündel sind hier im Parenchym nicht enthalten.

Aus der ersten Zellreihe des Phloëms haben sich 2—3 Reihen Korkzellen entwickelt.

Ebenso wie bei der vorigen Art sind hier die Gefässe in radialen Reihen angeordnet.

Im Mark sind Raphidenbündel vorhanden; Stärke ist nur in den äussersten Zellschichten enthalten und zwar in geringen Mengen.

Hydrangea paniculata.

Sie weicht in einigen Punkten von den beiden anderen Arten ab.

Das Kollenchym zeigt nicht die eigenartige Entwickelung, wie bei jenen; es sind 2—3 Reihen kollenchymatisch entwickelter Rindenzellen vorhanden, an die sich die gleiche Anzahl Rindenparenchymzellen anschliesst.

Kork ist in einer Schicht von 2—4 Zellagen entwickelt.

Raphidenbündel sind im Parenchym, im Bast und im Mark enthalten.

Gattung Deutzia.

Deutzia crenata.

Die Epidermis ist mit zahlreichen Sternhaaren besetzt. Unter ihr liegen 4—5 Reihen radial stark abgeplatteter, kollenchymatischer Rindenzellen. Diese und die Epidermiszellen besitzen einen rötlich-braun gefärbten Inhalt.

Zwischen Kollenchym und Bast befindet sich eine Rindenparenchymschicht, die 2—3 Zellagen umfasst; ihre Zellen sind ausserordentlich gross.

Sklerenchym ist nicht vorhanden, ebenso fehlen Kristalle vollkommen.

Auch Kork ist in der einjährigen Achse nicht entwickelt.

Als charakteristisch für die Gattung Deutzia ist das röhrige Mark hervorzuheben. Der Zentralzylinder hat sich aufgelöst, und es ist eine durch eine geschlossene Wandung von den noch erhaltenenen Markzellen getrennte Röhre gebildet. In den noch vorhandenen 4—5 Zellagen ist Stärke enthalten.

Deutzia gracilis.

Haare sind hier nicht vorhanden. Die Epidermiszellen und die kollenchymatischen Rindenzellen sind im Gegensatz zu D. crenata weitlumig; die Wände der leeren Kollenchymzellen sind rötlich-braun gefärbt.

Da die übrigen Gewebe denselben Bau haben wie die von D. crenata, so möchte ich auf die Beschreibung derselben verweisen.

Ribes multiflorum.

Die mit einzelligen Haaren besetzte Epidermis und die kollenchymatischen Rindenzellen sind zu einem dichtgedrängten Zellgürtel vereinigt.

5—6 Reihen grosser, dünnwandiger Zellen bilden das Rindenparenchym, in dem zahlreiche Kristalldrusen enthalten sind.

Aus der äussersten Zellschicht des Bastes ist ein mächtiger Korkgürtel hervorgegangen; er besteht aus 9—12 Reihen sehr dünnwandiger, radial abgeplatteter Korkzellen und 3—4 Reihen Korkrindenzellen.

Sklerenchym fehlt auch hier vollkommen.

Im Bast und im Mark liegen viele Drusen; das Mark enthält auch grosse Mengen von Stärke.

Ribes nigrum.

Nur in wenigen Punkten weicht diese Art von der vorigen ab:

Das Rindenparenchym besteht aus mässig derbwandigen, kleineren Zellen.

Die Epidermis weist einen dichten Besatz von einzelligen Haaren auf.

Im übrigen sei auf die Beschreibung von Ribes multiflorum verwiesen.

Rosaceae.

Pruneae.

Prunus Padus.

Unter der kahlen Epidermis liegt ein Korkgürtel, der aus 4—5 Reihen Korkzellen und 2—3 Reihen Korkrindenzellen besteht. Die Korkzellen sind dünnwandig, in radialer Richtung stark abgeplattet.

Die äussersten 3—4 Zellagen der Rinde sind typisch kollenchymatisch entwickelt; die Rindenparenchymzellen bilden eine Schicht, die bis 15 Zellagen umfasst.

Vor dem Bast befinden sich kleine, isolierte Hartbastfasergruppen.

Während das Rindenparenchym keine Kristalle enthält, liegen im Bast zahlreiche kleine Kristalldrusen.

Das Mark besteht aus dünnwandigen leeren Zellen.

Prunus avium.

Die Epidermis, die durch eine mässig dicke Kutikula verstärkt wird, setzt sich aus grossen, rechteckigen Zellen zusammen.

Es ist ein mächtiger Korkgürtel aus der subepidermalen Zellschicht entstanden; ausser 8—10 Reihen Korkzellen sind 1—2 Reihen Korkrindenzellen vorhanden.

Kollenchymatisches Rindengewebe ist wenig entwickelt, und zwar sind es nur 2—3 Zellreihen. Die Parenchymschicht, in der hier grosse Kristalldrusen enthalten sind, umfasst 6—7 Reihen kleinlumiger Zellen.

Die Hartbastfasern sind zu rechteckigen, isolierten Gruppen vereinigt.

Wie bei P. Padus, so führt auch hier das Phloëm kleine Kristalldrusen.

Im Gegensatz zu P. Padus ist das Mark dieser Art heterogen; seine peripherischen Schichten sind aus stärkeführenden Zellen gebildet, während der Zentralzylinder aus leeren Zellen besteht

Zahlreiche Drusen liegen über den Querschnitt des Markes verstreut.

Prunus Cerasus.

Sie stimmt in ihrem Bau fast vollkommen mit P. avium überein. Hier sind jedoch im Mark nur ganz wenige, meistens sogar keine Drusen zu finden.

Prunus spinosa.

Die mit einer kräftigen Kutikula versehene Epidermis ist mit kurzen, einzelligen Haaren besetzt.

12—15 Zellagen umfasst der Korkgürtel; davon sind 10—12 Lagen Korkzellen, die übrigen Korkrindenzellen.

Die Rinde besteht aus 2—3 Reihen Kollenchymzellen und 4—6 Reihen Parenchymzellen. Im Parenchym liegen zahlreiche, ausserordentlich grosse Kristalldrusen.

Vor dem Bast befinden sich kleine Gruppen von zum Teil sehr grossen Hartbastfasern.

Das Phloëm enthält ungeheure Mengen von Kristalldrusen.

In seinen äusseren Schichten besteht das Mark aus dickwandigen, mit Stärke gefüllten Zellen; das Markzentrum dagegen ist aus dünnwandigen, leeren Zellen gebildet.

Prunus insititia.

Einen dichten Besatz von einzelligen Haaren besitzt die Epidermis, die aus rechteckigen, meist in radialer Richtung gestreckten Zellen besteht.

Aus dem Korkkambium haben sich 8—9 Reihen Korkzellen und 2—3 Reihen Korkrindenzellen entwickelt.

Die Rinde setzt sich aus 2—3 Lagen Kollenchym- und 5—7 Lagen Parenchymzellen zusammen. Im Parenchym ist eine sehr grosse Menge von Kristalldrusen enthalten.

Zu grösseren Gruppen als bei P. spinosa sind hier die Hartbastfasern vereinigt.

Wie bei der vorigen Art, so liegt auch hier im Bast eine ausserordentlich grosse Zahl von Drusen.

Das Mark zeigt denselben Bau, wie bei Prunus spinosa.

Pomeae.

Der Kork entsteht bei allen Arten aus der Epidermis. Die tangentialen Wände der Korkzellen sind ausserordentlich verdickt.

Sorbus torminalis.

Der Korkgürtel besteht aus 3—4 Reihen Korkzellen, deren Inhalt rötlich-braun gefärbt ist, und 2—3 Reihen Korkrindenzellen.

Von der Rinde sind 5—7 Zellagen als Kollenchym entwickelt; die Parenchymschicht ist bis 15 Zellreihen dick. Sowohl im Parenchym als auch Kollenchym liegen zahlreiche, grosse Einzelkristalle.

Besonderer Erwähnung bedürfen die im Parenchym vorkommenden sklerotisierten Zellen.

Der vor dem Bast liegende, fast ununterbrochene Sklerenchymring setzt sich aus Hartbastfasergruppen und Steinzellgruppen zusammen.

Im Bast sind zahlreiche, kleine Einzelkristalle enthalten.

Während die Zellen der Markperipherie sämtlich dickwandig und mit Stärke gefüllt sind, besteht das Markzentrum sowohl aus dünnwandigen leeren, als auch aus dickwandigen, mit Stärke gefüllten Zellen.

Sorbus domestica.

Hier sind nur 2 Reihen Korkzellen und ebensoviel Reihen Korkrindenzellen entwickelt.

Die übrigen Gewebe zeigen fast dasselbe Verhalten, wie bei S. torminalis.

Doch fehlen hier die sklerotisierten Zellen im Rindenparenchym; neben zahlreichen Einzelkristallen enthält das Parenchym der Rinde wenige Drusen.

Sorbus aucuparia.

Es sind 3—4 Reihen Korkzellen und 2—3 Reihen Korkrindenzellen vorhanden.

Die kollenchymatischen Rindenzellen bilden eine Schicht von 4—5 Zellagen, während das Rindenparenchym bis 20 Zellagen umfasst. Wie bei S. domestica, so sind auch hier im Rindenparenchym ausser zahlreichen Einzelkristallen wenige Drusen enthalten.

Im Gegensatz zu den beiden vorigen Arten sind hier die Hartbastfasern zu grossen isolierten Gruppen vereinigt, Steinzellen sind nicht vorhanden.

Der Bast führt keine Kristalle.

Wenige Zellreihen der Markperipherie und viele Zellen im zentralen Teil des Markes sind dickwandig und mit Stärke gefüllt.

Sorbus Aria.

In der Hauptsache stimmen ihre einjährigen Achsen mit denen von S. aucuparia überein.

Hier besteht jedoch der Korkgürtel aus 4—6 Reihen Korkzellen und 2—3 Reihen Korkrindenzellen.

Ausserdem sind hier nur wenige Zellen des Markzentrums dickwandig und mit Stärke gefüllt.

Crataegus Oxyacantha.

Ausser 3—4 Reihen Korkzellen sind 2—3 Reihen Korkrindenzellen entwickelt.

Die Rinde setzt sich aus 4—6 Reihen Kollenchymzellen und ebensoviel Reihen Parenchymzellen zusammen. Das Parenchym enthält wenige grosse Einzelkristalle.

Vor dem Bast ist ein vollkommen ununterbrochener gemischter Sklerenchymring gelagert.

Im Bast liegen wenige Einzelkristalle.

Das Mark besteht ganz aus dickwandigen, aktiven Zellen, in denen zahlreiche Einzelkristalle vorhanden sind.

Crataegus monogyna.

Der Korkgürtel besteht aus 3 Reihen Korkzellen und ebensoviel Reihen Korkrindenzellen.

Kollenchym ist in einer Schicht von 4—5 Zellagen vorhanden; die Parenchymschicht zeigt eine Dicke von 6—8 Zellagen. In ihr liegen viele grosse Einzelkristalle.

Der Sklerenchymring, der auch hier aus Hartbastfasergruppen und Steinzellen zusammengesetzt ist, ist häufig unterbrochen.

Im Bast sind nur ganz wenige Einzelkristalle enthalten.

Auch bei dieser Art sind sämtliche Markzellen dickwandig und mit Stärke gefüllt. Während das Mark von C. Oxyacantha nur Einzelkristalle enthält, sind bei dieser Art nur Drusen vorhanden.

Crataegus succulenta.

Diese Art besitzt nur 2 Reihen Korkzellen und 1 Reihe Korkrindenzellen.

Die Rinde teilt sich gleichmässig in Kollenchym und Parenchym. Von beiden Gewebearten sind 5—7 Zellagen vorhanden. Im Parenchym sind zahlreiche Einzelkristalle enthalten.

Vor dem Bast sind grosse isolierte Hartbastfasergruppen gelagert; Steinzellen fehlen vollkommen.

Heterogenen Bau zeigt hier das Mark; die peripherischen Schichten bestehen aus dickwandigen, aktiven Zellen, während der Zentralzylinder aus dünnwandigen, leeren Zellen zusammengesetzt ist. Nur wenige Zellen des zentralen Teiles sind dickwandig und aktiv.

Cydonia japonica.

Aus der Epidermis, als dem Korkkambium, sind 4—5 Reihen Korkzellen und 1—2 Reihen Korkrindenzellen hervorgegangen. Die tangentialen Wände der Korkzellen sind nicht dicker, als die radialen.

3—4 Lagen Kollenchymzellen und 4—7 Lagen Parenchymzellen setzen die Rinde zusammen. Das Parenchym enthält zahlreiche Einzelkristalle.

Der vor dem Bast liegende, häufig unterbrochene Sklerenchymring besteht fast ausschliesslich aus Hartbastfasergruppen; nur ganz wenige Steinzellen sind vorhanden.

In den stets dickwandigen Markzellen sind grosse Mengen Stärke angesammelt; auch kommen im Mark Einzelkristalle vor.

Mespilus germanica.

Ein Korkgürtel, der aus 3 Reihen Korkzellen und ebensoviel Reihen Korkrindenzellen besteht, umschliesst die Achse.

Unter dem Korkgürtel liegt eine 4—6 Zellreihen dicke Kollenchymschicht; an diese schliesst sich das 7—20 Zellreihen umfassende Rindenparenchym an, in dem zahlreiche Einzelkristalle enthalten sind.

Vor dem Bast liegen grössere und kleinere, isolierte Hartbastfasergruppen.

Während bei allen anderen Pomeae die primären Markstrahlen einreihig sind, sind sie hier bis zu 5 Reihen breit.

Das Mark besteht aus dickwandigen, aktiven Zellen, die grosse Mengen Stärke enthalten; Kristalle sind im Mark nicht vorhanden.

Pirus communis.

Ihre einjährigen Achsen besitzen einen Korkgürtel, der von 4—6 Reihen Korkzellen und 2—3 Reihen Korkrindenzellen gebildet wird.

Die Rinde, die bis 18 Reihen dick ist, zeigt keine Sonderung in typisches Kollenchym und Parenchym.

Man kann trotzdem von kollenchymatischem und parenchymatischem Rindengewebe sprechen; denn die äussersten 5—6 Zellagen schliessen ohne Interzellularen aneinander, während die übrigen von vielen Interzellularen durchsetzt sind.

In der Rindenparenchymschicht sind neben zahlreichen Kristalldrusen nur wenige Einzelkristalle enthalten.

Vor dem Phloëm liegen grössere und kleinere isolierte Hartbastfasergruppen.

Das Mark besteht aus aktiven, dickwandigen, stärkeführenden Zellen; in ihm sind wenige Einzelkristalle vorhanden.

Pirus persica.

Im grossen und ganzen stimmt ihr Bau mit dem von P. communis überein.

Doch liegen hier im Bast viele kleine Einzelkristalle, und im Mark sind zahlreiche Drusen und wenige Einzelkristalle enthalten.

Die Epidermis ist mit langen, einzelligen Haaren besetzt.

Pirus Malus.

Das Korkkambium hat 3—4 Reihen Korkzellen und 2—3 Reihen Korkrindenzellen abgeschieden.

Typisch kollenchymatisch entwickelt sind die äussersten 3—5 Zellagen der Rinde.

Im Rindenparenchym liegen neben einer ungeheueren Menge von Kristalldrusen auch Einzelkristalle.

Hartbastfasern sind in isolierten, grösseren und kleineren Gruppen dem Bast vorgelagert.

Der Bast enthält zahlreiche kleine Drusen, während in dem ganz aus aktiven Zellen bestehenden Mark viele grosse Drusen

vorhanden sind. Einzelkristalle sind im Mark nur wenige zu finden.

Spiraeeae.

Spiraea opulifolia.

Die Epidermis, die mit einer nicht sehr kräftigen Kutikula versehen ist, besteht aus rechteckigen, bald in radialer, bald in tangentialer Richtung gestreckten Zellen.

In dem Parenchym der Rinde, die aus 2 Reihen kollenchymatischer und 4—5 Reihen parenchymatischer Zellen besteht, ist eine grosse Menge von Kristalldrusen enthalten.

Auf das Parenchym der Rinde folgt ein häufig unterbrochener Ring von Hartbastfasergruppen; die Hartbastfasern besitzen ein sehr grosses Lumen.

Aus der ersten Zellreihe des Phloëms ist ein Korkgürtel entstanden, der sich aus 6—7 Reihen Korkzellen und 3—4 Reihen Korkrindenzellen zusammensetzt.

Im Bast liegen zahlreiche, kleine Kristalldrusen.

Das Mark ist heterogen; die äussersten Schichten bestehen aus kleinen, dickwandigen, aktiven Zellen, die übrigen aus grossen, dünnwandigen, leeren Zellen. In der Peripherie des Markes sind zahlreiche Drusen vorhanden.

Spiraea crenata.

Unter der aus grossen, rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen bestehenden Epidermis liegen 2—3 Reihen kollenchymatischer Rindenzellen, an die sich 2—3 Rindenparenchymzellen anschliessen.

Im Gegensatz zu Spiraea opulifolia entsteht hier der Kork ausserhalb der Hartbastfasergruppen; es sind 3—4 Reihen Korkzellen und 1—2 Reihen Korkrindenzellen entwickelt.

Die Hartbastfasern liegen in kleinen, schmalen Gruppen zusammen; in ihrer Nachbarschaft finden sich Einzelkristalle vor.

Kristalldrusen sind bei dieser Art nicht vorhanden.

Denselben Bau, wie er bei Sp. opulifolia beschrieben ist, zeigt das Mark auch hier.

Papilionatae.

Der Kork entsteht stets aus einer tieferen Schicht der primären Rinde, bald aus der 3. Zellreihe oder einer noch tieferen Schicht, bald aus der äussersten Zellreihe des Phloëms.

Calciumoxalat ist entweder überhaupt nicht vorhanden, oder nur in Form von Einzelkristallen. Die Verteilung der Kristalle ist so, dass im Parenchym nur wenige, im Bast und im Mark zahlreiche zu finden sind.

Robinia viscosa.

Sie besitzt eine aus rechteckigen, meist in tangentialer Richtung gestreckten Zellen bestehende Epidermis, die mit einer dünnen Kutikula versehen ist.

Unter der Epidermis liegt eine 5—6 Zellagen dicke kollenchymatische Rindenschicht. Das darauf folgende 7—9 Zellagen umfassende Rindenparenchym enthält kleine Einzelkristalle.

Vor dem Phloëm liegt ein an vielen Stellen unterbrochener Sklerenchymring, der aus Hartbastfasergruppen und Steinzellgruppen gemischt ist.

Das Phloëm zeichnet sich durch seinen Reichtum an meist einzeln liegenden Sekretzellen und kleinen Einzelkristallen aus. Im Holzteil ist die Anordnung der Gefässe hervorzuheben; sie liegen stets gruppenweise zusammen.

Ebenso wie das Phloëm ist auch das Mark reich an Sekretzellen. Diese liegen in Gruppen — 2—8 Stück — in der Peripherie des Markes. Das Mark besteht aus aktiven Zellen, in denen auser grösseren Stärkemengen zahlreiche, grössere Einzelkristalle enthalten sind.

Robinia pseudacacia.

Ihre Epidermis zeigt denselben Bau, wie die von R. viscosa.

Unter der Epidermis liegen 2 Reihen kollenchymatischer Rindenzellen; dann folgt ein Korkgürtel, der aus 4—6 Lagen mässig dickwandiger Zellen besteht.

Zwischen dem Korkgürtel und dem Hartbastring ist eine Rindenparenchymschicht vorhanden, die eine Dicke von 6—8 Zellreihen besitzt. In dieser Schicht kommen Einzelkristalle

vor, sehr zahlreich sind sie in unmittelbarer Nachbarschaft des Hartbastes.

Der vor dem Phloëm liegende Hartbastring ist kontinuierlich; er enthält im Gegensatz zu R. viscosa nur wenige, meist gar keine Steinzellen.

In den übrigen Geweben zeigt diese Art keine Unterschiede von R. viscosa.

Caragana arborescens.

Der Querschnitt der einjährigen Achsen ist fünfeckig; diese Form ist bedingt durch 5 Leisten aus mechanischem Gewebe, die 3—4 Zellreihen unter der Epidermis liegen. Während diese Leisten die Ecken des Fünfecks bilden, stellt die Epidermis mit den an sie anschliessenden 3—4 Zellreihen die Seiten desselben dar.

Unter den Leisten liegt ein Korkgürtel, der 6—8 Zellreihen umfasst. Die Korkzellen sind zartwandig, in radialer Richtung stark abgeplattet; ausser den Korkzellen sind noch 2—3 Korkrindenzellen vorhanden.

Weiter an den Korkgürtel anschliessend folgt eine 6—8 Zellagen dicke Schicht von Rindenparenchym, in dem sich kleine Einzelkristalle finden.

Die Hartbastfasern sind zu grösseren isolierten Gruppen vereinigt, neben denen im Parenchym zahlreiche Einzelkristalle gelagert sind.

Im Bast sind zahlreiche Einzelkristalle enthalten, die gruppenweise zusammenliegen.

Wie bei Robinia, so sind auch hier die Gefässe in Gruppen angeordnet.

Das Mark ist röhrig; 4—5 Zellschichten der Markperipherie sind noch vorhanden; diese bestehen aus aktiven, mit Stärke gefüllten Zellen, in denen auch grosse Einzelkristalle enthalten sind.

Colutea haleppica.

Die mit einer kräftigen Kutikula versehene Epidermis besteht aus rechteckigen, meist in tangentialer Richtung gestreckten Zellen.

Zwischen der Epidermis und den isolierten Hartbastfasergruppen liegen 3—5 Reihen parenchymatischer Rindenzellen; Kollenchym ist nicht entwickelt.

Hartbastfasern sind in grossen isolierten Gruppen vorhanden.

Unter den Hartbastfasergruppen, hervorgegangen aus der ersten Zellreihe des Phloëms, befindet sich ein aus 3—4 Zellagen bestehender Korkgürtel.

Kristalle kommen bei dieser Art nur in ganz geringer Zahl oder überhaupt nicht vor.

Wie bei den anderen bisher beschriebenen Papilionatae, so sind auch hier die Gefässe in Gruppen angeordnet.

Die peripheren Schichten des Markes sind mit Stärke gefüllt.

Colutea arborescens.

Nur in wenigen Punkten weicht sie von C. haleppica ab:

1. Hier ist kein Kork entwickelt.
2. Die Hartbastfasern, die bei jener kleinlumig sind, haben bei dieser Art ein grosses Lumen.

Im übrigen sei auf die Beschreibung von C. haleppica verwiesen.

Cytisus Laburnum.

Auf der mit einer sehr kräftigen Kutikula versehenen Epidermis sitzen zahlreiche, lange, starke, einzellige Haare.

Die Rinde besteht aus 2—3 Reihen kollenchymatischer Rindenzellen und 8—15 oder mehr Reihen Rindenparenchymzellen. Im Rindenparenchym finden sich vereinzelte grosse Steinzellen vor.

Calciumoxalatkristalle fehlen bei dieser Art vollkommen.

Hartbastfasern sind in schmalen, langgestreckten Gruppen vorhanden.

Auch hier liegen die Gefässe in Gruppen zusammen.

In den Zellen des Markes ist Stärke enthalten.

Aceraceae.

Acer campestre.

Die Epidermis ist schwach kutinisiert; ihre Zellen sind rechteckig, in tangentialer Richtung gestreckt.

Aus der ersten Zellreihe der primären Rinde ist ein Korkgürtel hervorgegangen, der aus 6—8 Reihen Korkzellen und 1—2 Reihen Korkrindenzellen besteht.

Die Rinde setzt sich aus 4—6 Lagen Kollenchymzellen und aus ebensoviel Lagen Parenchymzellen zusammen. In diesen beiden Schichten liegen zahlreiche Einzelkristalle von Calciumoxalat. Neben den Einzelkristallen kommen im Rindenparenchym auch wenige Drusen vor.

Vor dem Bast sind Gruppen von Hartbastfasern gelagert, die einen fast ununterbrochenen Ring bilden. Im Bast selbst treten vereinzelte Gruppen sekundärer Hartbastfasern auf. Auch enthält der Bast zahlreiche, kleinere Einzelkristalle.

Das Mark zeigt heterogenen Bau; seine äusseren Schichten bestehen aus dickwandigen, mit Stärke gefüllten Zellen, während der übrige Teil aus grossen, dünnwandigen, leeren Zellen gebildet wird.

Acer obtusatum.

Es zeigt sich eine Epidermis, die mit straffen, einzelligen Haaren besetzt ist. Die Epidermiszellen haben dieselbe Form, wie die von Acer campestre.

Wie bei A. campestre ist auch hier die erste Zellreihe der primären Rinde zum Korkkambium geworden; dieses hat nach aussen 3—5 Reihen Korkzellen, nach innen 1—3 Reihen Korkrindenzellen gebildet.

Die Kollenchymschicht, deren Zellen sehr klein und dickwandig sind, besteht aus 4—6 Zellagen. Einzelkristalle sind hier nicht vorhanden; dagegen liegen sie im Parenchym, das eine Dicke von 3—5 Zellreihen besitzt.

Bezüglich der übrigen Gewebe — des primären und sekundären Hartbastes, des Phloëms und des Markes — sei auf die Beschreibung von Acer campestre verwiesen, da wesentliche Unterschiede nicht vorhanden sind.

Acer dasycarpum.

Während bei allen übrigen untersuchten Acer-Arten der Kork, wenn überhaupt schon vorhanden, aus der ersten Zellreihe unter der Epidermis entstanden ist, wird hier die Epidermis selbst zum Korkkambium. Die daraus hervorgegangene Korkschicht besitzt eine Dicke von 3—4 Zellagen. Nach aussen ist dieser Korkgürtel durch eine sehr kräftige Kutikula verstärkt.

Das Kollenchym ist 4—5 Zellreihen dick; seine Zellen sind im Gegensatz zu A. obtusatum, gross. Das Rindenparenchym,

welches eine Dicke von 7—8 Zellagen aufweist, ist vielfach von Interzellularen durchsetzt. Im Parenchym liegen zahlreiche Kristalldrusen seltener Einzelkristalle.

Auch hier bilden die Hartbastfasergruppen keinen vollständig ununterbrochenen Ring. Sekundärer Hartbast ist hier nicht entwickelt.

In den äusseren Schichten des Markes befindet sich Stärke. Ausserdem enthält das Mark Kristalldrusen in grosser Zahl, neben denen wenige Einzelkristalle vorkommen. Die Mehrzahl dieser Kristalle ist in den äussersten Markschichten gelagert.

Acer Pseudoplatanus.

Die einjährige Achse hat eine aus grossen, rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen gebildete Epidermis, die mit einer schwachen Kutikula versehen ist.

Aus der subepidermalen Zellschicht ist ein Korkgürtel entstanden, der aus 5—6 Lagen Korkzellen und 1—2 Lagen Korkrindenzellen besteht.

Die Rinde ist dicker, als bei den anderen untersuchten Acer-Arten. Die Kollenchymschicht wird von 5—8 Reihen ausserordentlich dickwandiger Zellen gebildet. Es folgen 7—9 Reihen parenchymatischer Rindenzellen. Sowohl im Kollenchym, als auch im Parenchym sind stattliche Mengen grosser Einzelkristalle enthalten.

Um den Bast herum lagert ein vollkommen ununterbrochener, gemischter Sklerenchymring, der 2—4 Zellreihen dick ist.

Vereinzelte Gruppen von sekundären Hartbastfasern liegen im Bast, der zahlreiche kleinere Einzelkristalle enthält.

Die peripheren Schichten des Markes bestehen aus dickwandigen, mit Stärke gefüllten Zellen. Solche aktiven Zellen liegen auch vereinzelt zwischen den dünnwandigen, leeren Zellen des Markzentrums.

Acer italum.

Die Epidermis, welche eine kräftige Kutikula besitzt, setzt sich aus rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen zusammen.

Zum Korkkambium ist die erste Zellschicht der primären Rinde geworden. Daraus sind 3—5 Lagen Korkzellen und 2 Lagen Korkrindenzellen hervorgegangen.

An den Korkgürtel schliesst sich Kollenchym in einer Schicht von 4—5 Zellagen an. In ihm finden sich wenige Einzelkristalle vor, wogegen das Rindenparenchym, das eine Ausdehnung von 7—8 Zellreihen hat, eine grosse Menge von Einzelkristallen enthält.

In den übrigen Geweben unterscheidet sich diese Art wenig von A. Pseudoplatanus, nur ist hier kein sekundärer Hartbast vorhanden.

Acer monspessulanum.

Der Bau der Epidermis ist derselbe, wie bei A. italum.

Es ist ein Korkgürtel von 4—6 Zellreihen Dicke vorhanden, an den sich eine Korkrindenschicht von 2—3 Zellagen anschliesst.

In der Rinde überwiegt das Kollenchym bei weitem; es hat eine Dicke von 7—8 Zellreihen, während das Rindenparenchym nur 3—4 Zellagen umfasst. Unmittelbar neben dem Hartbastring, der vollkommen ununterbrochen und mit Steinzellen vermischt ist, liegen wenige Einzelkristalle.

Von der Beschreibung der übrigen Gewebe kann ich absehen, da sie sich nur wenig anders verhalten, wie bei Acer Pseudoplatanus beschrieben ist.

Acer tataricum.

Die Aussenwände der Epidermiszellen sind durch eine mächtige Kutikula verstärkt.

Bei dieser Art hat in der einjährigen Achse die Korkbildung noch nicht begonnen. Es folgt daher sofort unter der Epidermis das Rindengewebe, dieses setzt sich aus 5—7 Zellagen Kollenchym und 3—5 Zellagen Parenchym zusammen. Das Parenchym enthält eine grosse Menge von Einzelkristallen.

Zu grösseren und kleineren Gruppen sind die Hartbastfasern vereinigt; sekundärer Hartbast ist nicht vorhanden.

Im Bast liegen wenige, kleine Einzelkristalle.

Acer Lobelii.

Die Epidermis, deren Zellen quadratisch oder rechteckig sind, ist sehr stark kutinisiert. Haben die Epidermiszellen rechteckige Gestalt, so sind sie im Gegensatz zu A. tataricum in radialer Richtung gestreckt.

Wie bei A. tataricum, so ist auch hier in der einjährigen Achse noch kein Kork entwickelt.

Eine Dicke von etwa 20 Zellschichten erreicht die Rinde. Sie besteht zur Hälfte aus Kollenchym, zur Hälfte aus Parenchym. Im Kollenchym finden sich wenige Einzelkristalle; dagegen enthält das Parenchym Einzelkristalle in grosser Menge.

Vor dem Bast liegt ein fast ununterbrochener Hartbastring, der aus isolierten Hartbastfasergruppen besteht. Sekundärer Hartbast fehlt auch hier vollkommen.

Zahlreiche Einzelkristalle sind im Bast vorhanden.

Hippocastanaceae.

Aesculus Hippocastanum.

Aus der ersten Zellreihe der primären Rinde ist ein Korkgürtel hervorgegangen, der aus 10—12 Reihen dünnwandiger, in tangentialer Richtung gestreckter Korkzellen und 2—3 Reihen Korkrindenzellen besteht. Die Epidermis, die dem Wachstum des Korkgürtels nicht folgen konnte, ist zersprengt.

Die Rinde setzt sich aus 5—6 Reihen typischer Kollenchymzellen und einer Parenchymschicht zusammen, die bis 20 Zellreihen umfasst. Im Parenchym liegen zahlreiche Kristalldrusen und wenige Einzelkristalle.

Vor dem Phloëm befindet sich ein vollkommen ununterbrochener, gemischter Sklerenchymring. Zahlreiche, ihm benachbarte Bastzellen enthalten grosse Einzelkristalle.

In dem heterogenen, aussen aus aktiven, innen aus leeren Zellen bestehenden Mark kommen wenige Einzelkristalle vor.

Aesculus lutea.

Ihr Bau weicht von dem von A. Hippocastanum wenig ab.

Ein in die Augen springender Unterschied ist, dass das Mark keine Einzelkristalle, sondern zahlreiche, grosse Drusen enthält.

Rhamnaceae.

Rhamnus cathartica.

Eine sehr kräftige Kutikula umgibt die Epidermis, deren Zellen meist quadratisch sind.

Der Kork entsteht aus der ersten Zellreihe der primären Rinde. Es ist ein Korkgürtel vorhanden, der aus 5—6 Reihen Korkzellen und 2—3 Korkrindenzellen besteht. Die Korkzellen sind derbwandig und in radialer Richtung ausserordentlich stark abgeplattet.

Kollenchym ist in einer 2—3 Zellreihen dicken Schicht entwickelt. Das Rindenparenchym, welches zahlreiche Kristalldrusen enthält, umfasst 5—6 Zellagen.

Ausser primären Hartbastfasergruppen sind auch sekundäre vorhanden. Die sekundären Hartbastfasergruppen sind von Zellen umgeben, die Einzelkristalle enthalten. Neben diesen Einzelkristallen kommen im Bast auch Drusen vor.

Das Mark besteht aus leeren Zellen; nur wenige Kristalldrusen sind in ihm enthalten.

Rhamnus alpina.

Dieselbe kräftige Kutikula, wie wir sie bei Rh. cathartica sahen, besitzt auch diese Art. Dagegen setzt sich hier die Epidermis aus rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen zusammen.

Der Korkgürtel zeigt denselben Bau, wie der von Rh. cathartica; doch sind hier die Korkzelleu nicht so stark radial abgeplattet.

Neben 4—5 Reihen Kollenchymzellen sind in der Rinde bis 12 Reihen Parenchymzellen vorhanden. Im Parenchym, das von vielen Interzellularen durchsetzt ist, liegen zahlreiche Kristalldrusen.

Im Gegensatz zur vorigen Art sind hier nur primäre, schmale Hartbastfasergruppen entwickelt; das Lumen der Hartbastfasern ist sehr gross.

Eine ungeheuere Menge von Drusen ist im Bast enthalten.

Das Mark ist heterogen; die peripherischen Schichten bestehen aus aktiven, an Stärke reichen Zellen; der zentrale Teil

des Markes dagegen ist aus Zellen gebildet, die keine Stärke gespeichert haben; in ihnen sind nur wenige Drusen zu finden.

Rhamnus Frangula.

Ihr Bau ist in vielen Beziehungen von dem der beiden anderen Rh.-Arten verschieden.

Die Epidermis zeigt dieselbe Beschaffenheit, wie die von Rh. alpina; doch sind hier auf der Epidermis wenige, kleine straffe, einzellige Haare zu finden.

Während bei den anderen Arten die Korkzellen radial stark abgeplattet sind, ist hier die radiale Ausdehnung der Zellen nicht viel kleiner, als die tangentiale. Der Inhalt der Epidermis- und der Korkzellen ist karminfarben. Ausser 3—4 Reihen Korkzellen sind 1—2 Reihen Korkrindenzellen vorhanden.

Die Kollenchymschicht zeigt eine Dicke von 6—8 Zellagen; das Rindenparenchym umfasst bis 10 Zellagen. Zahlreiche Schleimzellen charakterisieren das Parenchym, in dem viele Kristalldrusen enthalten sind.

Hartbast ist hier gar nicht entwickelt.

In seinen äussersten 2—3 Zellschichten enthält das Mark Stärke. Auch sind in dem Mark, und zwar in seiner Peripherie, zahlreiche Schleimzellen vorhanden. Ausserdem liegen im Mark viele Drusen.

Sämtliche Gewebe ausser dem Markzentrum sind überaus reich an Inhaltsstoffen, die eine violette Färbung zeigen. Diese Färbung kann man an einem Querschnitt der einjährigen Achse schon makroskopisch erkennen.

Tiliaceae.

Einige für sämtliche untersuchten Tilia-Arten gemeinsame Merkmale möchte ich vorausschicken, um bei der Einzelbeschreibung nichts wiederholen zu müssen.

Caliumoxalat ist vorwiegend in Drusenform vorhanden, doch finden sich im Bast vereinzelte Einzelkristalle vor.

Eine bei keiner anderen Familie gefundene Ausbildung zeigt die Rinde. Sie zerfällt in drei Zonen. Unter der Epidermis oder unter dem Kork, wenn er schon entwickelt ist, liegt eine

dünnwandige, parenchymatische, dann folgt eine dickwandige, kollenchymatische und hierauf wieder eine parenchymatische Schicht.

Der Bast ist durch mehrere tangentiale Binden aus sekundären Hartbastfasergruppen gefächert.

Im Bast bilden die primären Markstrahlen nach aussen sich verbreiternde Keile.

Ausserdem ist das Vorkommen von Schleimzellen im Mark für alle untersuchten Arten gemeinsam.

Tilia grandifolia.

Den vorangeschickten Merkmalen muss die Einzelbeschreibung noch Einiges hinzufügen.

Mit einer ausserordentlich starken Kutikula ist die Epidermis versehen, deren rechteckige Zellen in radialer Richtung gestreckt sind. Die Epidermis ist mit langen, straffen, einzelligen Haaren besetzt.

Die Korkentwickelung hat hier noch nicht begonnen.

Im Mark sind zahlreiche Drusen und viele grosse Schleimzellen enthalten.

Tilia parvifolia.

Eine nur schwache Kutikula bedeckt die Epidermis, die aus rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen besteht.

Aus der subepidermalen Zellschicht ist ein aus 4—5 Reihen Korkzellen und 1—2 Reihen Korkrindenzellen gebildeter Korkgürtel hervorgegangen.

Im Mark liegen zahlreiche, von aktiven Zellen umgebene Schleimzellen. Die Markperipherie besteht aus aktiven, mit Stärke gefüllten Zellen. Auch hier sind im Mark zahlreiche Drusen enthalten.

Tilia americana.

Ihre Epidermis, die eine kräftige Kutikula besitzt, ist aus rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen zusammengesetzt.

Der Korkgürtel ist nur an einer Seite der Achse entwickelt; hier sind 4—5 Reihen Korkzellen und 2—3 Reihen Korkrindenzellen vorhanden.

Im Mark liegen nur wenige Schleimzellen. Auch die Kristalldrusen sind im Mark nicht zahlreich.

Oleaceae.

Der Kork entsteht aus der ersten Zellreihe der primären Rinde; die Korkzellen sind dünnwandig, vorzugsweise in radialer Richtung gestreckt.

Calciumoxalat ist nur in Form von Kristallnädelchen und Kristallprismen vorhanden.

Fraxinus excelsior.

Eine aus rechteckigen oder quadratischen Zellen gebildete Epidermis bildet den Abschluss der Achse; die Epidermiszellen haben allseitig verstärkte Wände.

Der Korkgürtel besteht aus 4—6 Reihen Korkzellen und 2—3 Reihen Korkrindenzellen.

Ausserordentlich mächtig ist die Rinde entwickelt; es sind 5—7 Reihen Kollenchymzellen und 14—18 Reihen Parenchymzellen vorhanden. Das Rindenparenchym zeichnet sich dadurch aus, dass in ihm zahlreiche Steinzellen liegen.

Vor dem Phloëm ist ein fast kontinuierlicher, gemischter Sklerenchymring gelagert; er ist aus Hartbastfasergruppen zusammengesetzt, zwischen denen einzeln oder auch gruppenweise Steinzellen zu finden sind.

Das Mark ist homogen; es ist ganz aus dickwandigen, mit Stärke gefüllten Zellen gebildet.

Fraxinus Ornus.

Die Epidermis besteht aus rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen, deren Wände nach allen Seiten stark verdickt sind.

Es ist ein 3—4 Zellreihen dicker Korkgürtel vorhanden, der sich nur aus Korkzellen zusammensetzt; Korkrindenzellen sind nicht entwickelt.

An das 6—8 Zellagen umfassende Kollenchym schliesst sich eine 10—12 Zellreihen dicke Parenchymschicht an.

Im Gegensatz zu F. excelsior enthält der häufig unterbrochene Sklerenchymbastring zwischen den Hartbastfasergruppen nur vereinzelte Steinzellen, aber keine Gruppen.

Das Mark setzt sich aus grossen, dünnwandigen, leeren Zellen zusammen.

Syringa vulgaris.

Ihre Epidermis ist mit einer kräftigen Kutikula versehen; ihre Zellen, deren Wände allseitig verdickt sind, sind quadratisch oder rechteckig.

Aus der subepidermalen Zellschicht ist ein Korkgürtel hervorgegangen, der 2—3 Reihen Korkzellen und 1—2 Reihen Korkrindenzellen umfasst.

Das Kollenchym ist typisch entwickelt. Im allgemeinen hat es eine Dicke von 3—4 Zellreihen; nur in den vorspringenden 4 Kanten der Achse ist es stärker ausgebildet; hier zeigen sich bis 8 Lagen Kollenchymzellen übereinander. Rindenparenchym tritt in einer 7—9 Zellreihen dicken Schicht auf.

Zu grösseren und kleineren Gruppen sind die Hartbastfasern vereinigt. Zwischen ihnen liegen nur ganz selten Steinzellen.

In die äusseren Schichten des Markes sind kleine Prismen von Calciumoxalat gelagert.

Syringa Emodi.

Es ist ein ausserordentlich mächtiger Korkgürtel entwickelt; seinem Wachstum konnte die Epidermis nicht folgen; infolgedessen ist sie fast vollständig gesprengt. Die noch erhaltenen Epidermiszellen besitzen keinen Inhalt. Ausser 8—9 Lagen Korkzellen treten 1—2 Lagen Korkrindenzellen auf.

Die Kollenchymschicht umfasst 4—5 Zellagen, während das Rindenparenchym aus 7—8 Zellschichten besteht; es ist von langgestreckten Interzellularen durchsetzt.

Zwischen dem Rindenparenchym und dem Phloëm liegen grössere, isolierte Hartbastfasergruppen.

Das Mark enthält in seinen äusseren Schichten Kristallnädelchen.

Syringa persica.

Sie stimmt fast vollkommen mit S. Emodi überein. Doch besteht hier die Epidermis, die vollkommen erhalten ist, aus quadratischen oder rechteckigen, mit gelblichem Inhalt versehenen Zellen.

Der Korkgürtel setzt sich aus 2—4 Lagen Korkzellen und 1—2 Lagen Korkrindenzellen zusammen.

Syringa oblata.

Ihre Epidermis zeigt allseitig mit verdickten Wänden versehene, in tangentialer Richtung gestreckte, rechteckige Zellen, die eine starke Kutikula besitzen.

Aus dem Phellogen sind 3—5 Reihen Korkzellen und 1 Reihe Korkrindenzellen hervorgegangen.

Die äussersten 3—5 Zellagen der Rinde sind kollenchymatisch entwickelt; das Rindenparenchym, in dem sich keine grösseren Interzellularen befinden, umfasst 5—7 Zellagen.

Vor dem Phloëm liegen grosse, in der Aufsicht meist rechteckige Hartbastfasergruppen, die in radialer Richtung bis 7 Reihen Dicke aufweisen.

Syringa pekinensis.

Sie besitzt eine mit einzelligen, straffen Haaren dicht besetzte Epidermis, die mit einer kräftigen Kutikula ausgestattet ist.

Unter der Epidermis liegen 3—4 Zellagen Kork; Korkrindenzellen sind wenig oder gar nicht entwickelt.

Neben einer Kollenchymschicht von 3—5 Zellagen zeigt sich eine Rindenparenchymschicht, die aus 5—7 Zellreihen besteht.

Hartbast ist bei dieser Art wenig gebildet worden; vor dem Phloëm befinden sich einzelne, kleine Gruppen, die sich meist nur aus 1—2 Reihen Hartbastfasern zusammensetzen.

Grössere Gefässe liegen im Holzteil nur an den Schmalseiten des ovalen Querschnittes.

Syringa Josikaea.

Auch diese Art ist mit einem dichten Besatz von straffen, einzelligen Haaren versehen.

Im Gegensatz zu S. pekinensis sind hier grössere, isolierte Hartbastfasergruppen vorhanden.

Die Gefässe liegen im Holzteil über den ganzen ovalen Querschnitt verstreut.

Ligustrum vulgare.

Die Epidermis, die eine kräftige Kutikula besitzt, ist aus rechteckigen oder quadratischen Zellen gebildet. Auf derselben sitzen wenige, einzellige, straffe Haare.

Aus dem Korkkambium sind 2—3 Reihen Korkzellen und 1—2 Reihen Korkrindenzellen entstanden. Die Korkzellen sind mässig derbwandig und zeigen starke Streckung in radialer Richtung.

In der Rinde ist kaum ein Unterschied zwischen Kollenchym und Parenchym zu sehen. Hierdurch unterscheiden sich die Ligustrum-Arten von den Syringa-Arten.

Kleine isolierte Gruppen von Hartbastfasern liegen vor dem Bast.

Ligustrum Stauntonii.

Die aus ungleichgestalteten Zellen gebildete Epidermis ist besetzt mit grossen einzelligen Haaren, die stets aus mehreren Epidermiszellen hervorgegangen sind. Zwischen dünnwandigen Epidermiszellen kommen auch dickwandige vor.

In den übrigen Geweben stimmt diese Art mit der vorigen überein; es sei auf die Beschreibung derselben verwiesen.

Bignoniaceae.

Catalpa bignonioides.

Die Epidermis ihrer einjährigen Achsen besteht aus quadratischen oder rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen, die hin und wieder allseitig verdickte Wände besitzen.

Aus der ersten Zellreihe der primären Rinde sind 4—5 Lagen Korkzellen und 1—2 Reihen Korkrindenzellen entstanden. Die Korkzellen weisen kräftige Membranen auf und sind stark in radialer Richtung gestreckt.

Die äusseren 5—6 Zellagen der Rinde sind kollenchymatisch entwickelt, während die übrigen Rindenzellen, die gleichfalls 5—6 Zellagen umfassen, parenchymatischen Charakter tragen.

Zu grösseren und kleineren isolierten Gruppen sind die Hartbastfasern vereinigt.

In den peripherischen Zellschichten des Markes sind grosse Mengen von Kristallen enthalten; es kommen Stäbchen, Prismen und kleine Oktaeder von Calciumoxalat vor. Am häufigsten ist die Stäbchenform zu finden.

Catalpa hybrida.

Sie weicht fast gar nicht von C. bignonioides ab.

Doch sind hier im Gegensatz zu jener im Mark nur ganz vereinzelte Kristalle enthalten.

Catalpa ovata.

Ihre Epidermiszellen besitzen sämtlich allseitig verstärkte Wände.

Kräftiger als bei den beiden anderen Arten ist hier der Korkgürtel entwickelt. Er setzt sich aus 6—8 Lagen Korkzellen und 2—3 Lagen Korkrindenzellen zusammen.

Die Rinde ist in ihrem Bau der von C. bignonioides gleich; doch enthält hier das Rindenparenchym Kristalle, während dort keine vorhanden sind.

Was die übrigen Gewebe anbetrifft, so kann ich auf die Beschreibung von C. bignonioides verweisen; hervorzuheben ist hier nur noch die ungeheuere Menge von Kristallen im Mark.

Caprifoliaceae.

Viburnum Lantana.

Aus der Epidermis ist ein Korkgürtel hervorgegangen, der aus 5—6 Zellagen besteht. Korkrindenzellen sind nicht vorhanden. Die Achse ist dicht besetzt mit Stern- und Kandelaberhaaren, die auf einem bald längeren, bald kürzeren, vielzelligen Stiel sitzen.

Von der Rinde sind die äusseren 5—6 Zellagen als typisches Kollenchym entwickelt; das Parenchym bildet eine Schicht, die 4—5 Zellagen umfasst; in ihm sind zahlreiche, grosse Kristalldrusen vorhanden.

Hartbastfasern fehlen bei dieser Art vollkommen.

Im Bast liegen viele kleine Kristalldrusen.

Das Holz, das nur sehr wenige grosse Gefässe aufweist, ist aus sehr dickwandigen Elementen gebildet.

Heterogene Beschaffenheit zeigt das Mark; wenige Zellagen der Peripherie sind aus aktiven Zellen zusammengesetzt, die

neben wenig Stärke zahlreiche Kristalldrusen enthalten. Der zentrale Teil des Markes, der aus dünnwandigen, sonst leeren Zellen besteht, enthält vereinzelte Kristalldrusen.

Viburnum dentatum.

Wie bei V. Lantana, so ist auch hier die Epidermis selbst zum Korkkambium geworden, aus dem 3—4 Lagen Korkzellen entstanden sind. Während die Korkzellen von V. Lantana in radialer Richtung gestreckt sind, zeigen sie hier eine Streckung in tangentialer Richtung. Korkrindenzellen sind auch hier nicht entwickelt.

Die Rinde zeigt dasselbe Verhalten, wie die von V. Lantana.

Vor dem Bast liegen hier im Gegensatz zur vorigen Art isolierte, kleine Hartbastfasergruppen oder auch einzelne Fasern.

Der Bast enthält hier keine Kristalldrusen. Im Holz sind hier bedeutend mehr grosse Gefässe enthalten als dort.

Bedeutend weniger Drusen als bei V. Lantana enthält hier das Mark, welches in seinem Bau mit jenem übereinstimmt.

Viburnum Opulus.

Eine mit einer kräftigen Kutikula versehene, vorwiegend aus rechteckigen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen bestehende Epidermis umschliesst die einjährige Achse.

Aus der subepidermalen Zellschicht ist ein Korkgürtel hervorgegangen, der sich aus 4—5 Lagen Korkzellen und 1—2 Lagen Korkrindenzellen zusammensetzt. Die Korkzellen sind in tangentialer Richtung gestreckt.

Nur wenige Zellreihen der Rinde, meist nur 2, zeigen kollenchymatischen Charakter; typisches Kollenchym findet sich fast ausschliesslich in den vorspringenden Leisten der Achse. Das Rindenparenchym, welches meist nur 2—4 Zellreihen umfasst, enthält eine grosse Menge von grösseren und kleineren Drusen, die mit sehr scharfen Spitzen versehen sind.

Auch im Bast liegen zahlreiche Kristalldrusen.

Desgleichen sind im Mark, das dasselbe anatomische Verhalten zeigt, wie bei den vorigen Arten, viele Kristalldrusen zu finden.

Viburnum americanum.

Unter der Epidermis, die dasselbe Aussehen wie die von V. Opulus hat, liegen 4—5 Lagen Korkzellen und 1—2 Lagen

Korkrindenzellen. Die Korkzellen sind bald in radialer, bald in tangentialer Richtung gestreckt.

Die Rinde, in der Hartbastfasern vollkommen fehlen, besteht aus 3—4 Reihen Kollenchym- und ebensoviel Reihen Parenchymzellen.

Im Rindenparenchym und im Bast befinden sich zahllose, grosse und kleine Kristalldrusen.

Auch das Mark, das in seinem Bau von dem der anderen Arten nicht abweicht, enthält zahlreiche Drusen.

Lonicera bella.

Da bei dieser Art der Kork aus der äussersten Zellschicht des Phloëms entsteht, so weicht der Bau ihrer äusseren Schichten von dem der vorher beschriebenen Caprifoliaceae ab.

An die mit einer kräftigen Kutikula versehene Epidermis schliessen sich 3—4 Reihen kollenchymatischer Zellen an.

Dann folgt eine 2—3 Zellagen dicke Schicht, die aus ausserordentlich grossen, dickwandigen Zellen besteht.

Der Korkgürtel umfasst 3—5 Zellagen; er ist aus dünnwandigen Zellen gebildet.

Während die Rinde gar keine Kristalle enthält, sind im Bast grosse Mengen von Drusen zu finden.

Das homogene, nur aus leeren Zellen gebildete Mark ist röhrig; am Rand der Röhre liegen zahlreiche Kristalldrusen.

Sambucus canadensis.

Die Epidermis der einjährigen Achse besteht aus rechteckigen Zellen, die in tangentialer Richtung stark gestreckt sind; die Kutikula dieser Art ist nur schwach.

Aus der ersten Zellreihe unter der Epidermis ist ein Korkgürtel gebildet worden, der aus 3—4 Lagen tangential gestreckter Korkzellen und 1—2 Lagen Korkrindenzellen besteht.

Das hier typisch entwickelte Kollenchym bildet streckenweise eine Schicht von nur 2 Zellreihen, dazwischen aber eine Schicht von 8—9 Zellreihen Dicke. Infolgedessen zeigt auch das Rindenparenchym bald eine Dicke von 4 Zellagen, bald von 10 oder mehr Zellagen.

Im Rindenparenchym befinden sich ausser Kristallsand führenden Zellen viele grosse Sekretzellen, die einen gelblichen, gelatinösen Inhalt besitzen.

Vor dem Bast liegen kleine, isolierte Hartbastfasergruppen; die einzelnen Fasern zeigen wenig verdickte Wände und haben daher ein grosses Lumen.

Wie im Rindenparenchym, so sind auch im Mark Kristallsand führende Zellen vorhanden; auch kommen zahlreiche Sekretzellen vor.

Sambucus nigra.

Die meist rechteckigen Epidermiszellen sind bei dieser Art vorzugsweise in radialer Richtung gestreckt. Während die äusseren Wände der Epidermiszellen dünn sind, zeigen die übrigen starke Verdickung, sodass man von hufeisenförmig verstärkten Epidermiszellen sprechen kann; die Öffnung des Hufeisens liegt nach aussen.

Auch die Korkzellen sind im Gegensatz zu S. canadensis meist in radialer Richtung gestreckt. Es sind 4—5 Reihen Korkzellen und 2—3 Reihen Korkrindenzellen vorhanden.

Typisches Kollenchym tritt nur in den Ausbuchtungen der Achse auf, sodass an den übrigen Stellen die ganze Rinde von parenchymatischem Gewebe gebildet wird.

Die Hartbastfasern liegen einzeln oder nur zu wenigen zusammen.

Im Parenchym und im Bast sind zahlreiche, mit Kristallsand gefüllte Zellen zu finden. Sekretzellen sind hier in der Rinde nicht enthalten.

Nur in der Markperipherie befinden sich einige Sekretzellen. Viele der übrigen Zellen der Markperipherie sind mit Kristallsand gefüllt.

Sambucus glauca.

Eine nur schwache Kutikula umgibt die einjährige Achse. Die Epidermiszellen, die stark in tangentialer Richtung gestreckt sind, besitzen einen rötlich-braun gefärbten Inhalt.

Der Korkgürtel besteht aus 2—3 Reihen Korkzellen und 1—2 Reihen Korkrindenzellen; die Korkzellen sind bald in radialer, bald in tangentialer Richtung gestreckt.

In der Rinde nimmt das Kollenchym, wie bei S. canadensis, streckenweise nur 2, streckenweise bis 9 Reihen ein; das Parenchym umfasst 4—10 Zellreihen.

Vor dem Bast liegen Hartbastfasern in kleinen Gruppen, oder auch einzeln.

Wie bei der vorigen Art enthalten viele Zellen im Parenchym und im Bast Kristallsand. Sekretzellen finden sich in der Nähe der Hartbastfasern, sowohl im Rindenparenchym, als auch im Bast.

Im Mark kommen ausser in den peripherischen Schichten auch im Zentrum Sekretzellen vor; doch liegen im Zentrum des Markes nur wenige.

Sambucus racemosa.

Stark verdickt sind die inneren tangentialen Epidermiszellwände, während die äusseren nur wenig verdickt und die radialen Wände dünn sind.

Das Phellogen hat 5—7 Reihen Korkzellen und 1—3 Reihen Korkrindenzellen gebildet. Die Korkzellen sind vorwiegend in radialer Richtung gestreckt.

Ähnlich wie bei der vorigen Art ist das Kollenchym entwickelt; bald sind nur 2 Reihen, bald bis 6 Reihen vorhanden; die Dicke des Parenchyms schwankt zwischen 3 und 7 Reihen.

Kleine Gruppen von Hartbastfasern oder einzeln liegende Fasern sind auch hier zu finden.

Das Rindenparenchym und der Bast enthalten Kristallsand führende Zellen. Sekretzellen fehlen hier in der Rinde und im Bast.

Von dem Mark aller übrigen untersuchten Sambucus-Arten weicht das Mark hier dadurch ab, dass es auf dem ganzen Querschnitt unzählige Sekretzellen aufweist.

Allgemeiner Teil.

Die ausserordentliche Mannigfaltigkeit des anatomischen Verhaltens, wie sie sich bei dem Querschnitt der einjährigen Achsen der untersuchten Laubhölzer beobachten lässt, ermöglicht es, die einzelnen Arten und dann auch die Gattungen und Familien von einander zu unterscheiden.

Umgekehrt ist es auch möglich, einen Querschnitt nach seiner Zugehörigkeit zu einer Familie oder Gattung und dann auch die Art zu bestimmen.

Die nachstehenden Bestimmungstabellen stellen einen Versuch dar, in der angegebenen Weise Laubhölzer nach den anatomischen Merkmalen des Querschnittes ihrer einjährigen Achsen zu bestimmen.

Zunächst möchte ich kurz die in den Bestimmungstabellen hauptsächlich benutzten Merkmale in ihrem mannigfachen Verhalten besprechen.

Bei der Trennung der Arten in den einzelnen Familien und Gattungen haben sich folgende Merkmale als wertvoll erwiesen:

1. Das Vorkommen oder Fehlen von Haaren ist stets für die Arten charakteristisch; auch die Stärke des Haarbesatzes, ob er dünn ist, oder ob ein dichter Besatz vorhanden ist, zeigt sich als ein brauchbares Unterscheidungsmerkmal; desgleichen ist auch die Form der Haare bei den einzelnen Arten konstant. Es finden sich einzellige, einzellreihige, Stern-, Büschel- und Drüsenhaare vor.
2. Auch die Kutikula bietet in ihrer verschiedenen Stärke häufig Gelegenheit, Arten voneinander zu trennen; bald ist nur ein dünnes Kutinhäutchen vorhanden, bald eine kräftige Kutikula, die bei manchen Arten, z. B. bei den meisten Salix-Arten, eine ungeheuere Dicke besitzt.
3. Die Form der Epidermiszellen wechselt bei vielen Arten derselben Gattung oder Familie ganz erheblich. Hier sind

die Epidermiszellen quadratisch, dort sind sie rechteckig. Wenn sie rechteckig sind, so zeigen sie entweder eine Streckung in tangentialer oder in radialer Richtung.

4. Ein anderes Merkmal wieder ist in dem Vorhandensein oder Fehlen von Kork gegeben. Vielfach ist es auch von Wert, die Form der Korkzellen zu betrachten, ob sie in radialer oder in tangentialer Richtung gestreckt sind. Ausserdem ist auch die Dicke der Korkzellwände bei vielen Arten verschieden.

5. Durch mannigfache Erscheinungen bietet die Rinde gute Trennungsmerkmale. Zunächst ist es das Kollenchymgewebe, das durch seine mehr oder weniger typische Ausbildung eine Unterscheidung vieler Arten oder ganzer Gruppen von Arten gestattet.

   Aber auch das Rindenparenchym gibt uns oft gute Trennungsmöglichkeiten in die Hand. So sind bei vielen Arten im Rindenparenchym zahlreiche grosse Interzellularen vorhanden, während diese bei anderen Arten fehlen. Bei einigen Arten liegen im Rindenparenchym Steinzellen oder Sekretzellen, wogegen andere Arten solche Zellen nicht besitzen.

6. Sehr wechselnd ist die Zusammensetzung des Sklerenchymringes; bald besteht er aus Hartbastfaser- und Steinzellgruppen, bald nur aus isolierten Hartbastfaserpruppen. Auch die Form der Hartbastfasern, die hier weitlumig, dort englumig sind, scheint sich als ein konstantes Merkmal zu erweisen, das bei der Bestimmung Verwendung finden kann.

7. Bisher ist nur von primärem Hartbast die Rede. Es kommt jedoch bei einigen Arten auch sekundärer Hartbast vor, wodurch in jedem Fall ein sicheres Unterscheidungsmerkmal gegeben ist.

8. Häufig zeigt sich der Bau des Markes für die Trennung einzelner Arten oder ganzer Artengruppen geeignet. Das Mark kann homogen oder heterogen sein. Homogen ist es, wenn alle Markzellen dünnwandig und leer sind, oder wenn alle Zellen dickwandig und mit Inhaltsstoffen versehen sind, d. h. wenn es aktive Zellen sind. Das heterogene Mark

besteht zum Teil aus dünnwandigen, leeren, zum Teil aus dickwandigen, aktiven Zellen.

9. Am meisten wechselt das Vorkommen der Kristalle in den einzelnen Geweben. Kristalle kommen überhaupt vor im Parenchym, im Bast und im Mark, seltener in den Markstrahlen und in ganz vereinzelten Fällen im Holzparenchym. Bald finden wir Kristalle nur im Parenchym, bald nur im Mark, bald im Parenchym und im Mark, bald im Bast und im Mark usw., sodass sich mit Hilfe des Vorkommens der Kristalle in den einzelnen Geweben häufig eine Trennung der Arten vornehmen lässt.

Die folgende Tabelle zeigt, wie die Trennung der Arten in den Familien sich ermöglichen lässt, und wie nach einem Querschnitt die Bestimmung der Familie oder Gattung erfolgt. Hierbei ist der Ort der Korkentstehung und die Form der Kristalle von hohem Wert.

Bestimmung der Familie oder Gattung eines Laubholzes nach dem Querschnitt seiner einjährigen Achsen.

I. Korkentstehung in der Epidermis:

A. Korkzellen radial abgeplattet:
1. Die tangentialen Wände der Korkzellen sind verdickt;
   a) Nur Kristalldrusen:
      Gattung Salix z. T.
   b) Drusen und Einzelkristalle:
      Gattung Pomeae.
2. Die tangentialen Korkzellwände sind nicht stärker, als die radialen:
   Aceraceae z. T.

B. Korkzellen radial nicht abgeplattet:
   Gattung Viburnum z. T.

II. Korkentstehung in der subepidermalen Zellschicht:

A. Nur Drusen:
1. Kein sekundärer Hartbast:
   a) In den Hartbastgruppen zwischen den einzelnen Fasern Zwischenräume:
      Gattung Prunus.
   b) Hartbastfasern in den Gruppen dicht aneinanderschliessend.
      Gattung Viburnum z. T.
2. Sekundärer Hartbast vorhanden; mehrere tangentiale Binden.
   Tiliaceae.

B. Nur Einzelkristalle:
1. Grosse Einzelkristalle; Oktaeder und Rhomben:
a) Hartbastring fast oder vollkommen ununterbrochen:
Aceraceae z. T.
b) Hartbast in isolierten Gruppen:
Ulmaceae.
2. Kleine Einzelkristalle; hauptsächlich Stäbchen oder Prismen:
a) Neben Stäbchen und Prismen zahlreiche kleine Oktaeder:
Bignoniaceae.
b) Nur Kristallstäbchen und Nädelchen:
Oleaceae.
C. Drusen und Einzelkristalle:
1. Fast ununterbrochener gemischter Sklerenchymring:
a) Korkzellen mit Inhalt:
Fagales:
b) Korkzellen ohne Inhalt:
Hippocastanaceae.
2. Isolierte Hartbastfasergruppen; nur vereinzelte Steinzellen:
a) Korkzellen dünnwandig:
α) Korkzellen radial gestreckt:
Gattung Populus.
β) Korkzellen radial abgeplattet:
Gattung Inglans.
b) Korkzellen derbwandig:
Rhamnaceae.
D. Nur Kristallsand oder keine Kristalle:
Gattung Sambucus.

III. Korkentstehung in einer tieferen Schicht der Rinde:

A. Nur Einzelkristalle in der Nachbarschaft des Hartbastes:
Gattung Spiraea z. T.
B. Wenn Kristalle vorhanden, nur Einzelkristalle; wenig im Rindenparenchym, zahlreich im Mark:
Papilionaceae z. T.

IV. Korkentstehung im Perizykel:

A. Markzentrum geschlossen:
1. Sklerenchym vorhanden:
a) Nur Kristalldrusen:
Gattung Spiraea z. T.
b) Nur Einzelkristalle:
Papilionaceae z. T.
2. Sklerenchym nicht vorhanden:
Saxifragaceae z. T.
B. Mark ist röhrig:
Gattung Lonicera.

V. Kein Kork entwickelt:

A. Kristalle vorhanden:
1. Nur Einzelkristalle:
a) Einzelkristalle, zahlreich im Parenchym und im Mark:
Aceraceae z. T.

b) Einzelkristalle, wenig im Rindenparenchym, zahlreich im Mark:
Papilionaceae z. T.

2. Nur Drusen:
a) Kein sekundärer Hartbast vorhanden:
Gattung Salix z. T.
b) Sekundärer Hartbast vorhanden:
Tiliaceae z. T.

3. Nur Raphiden:
Saxifragaceae z. T.

B. Keine Kristalle vorhanden:
1. Markzentrum geschlossen:
Papilionaceae z. T.

2. Mark röhrig:
Saxifragaceae z. T.

Tabelle für die Bestimmung der Arten in den einzelnen Familien.

Salicales.

Gattung **Populus:** Korkentstehung in der subepidermalen Zellschicht Korkzellen radiär gestreckt. — Als Kristalle hauptsächlich Drusen im Rindenparenchym, Bast und Mark; daneben wenige Einzelkristalle in der Nachbarschaft des Sklerenchyms. — Im Sklerenchymring wenige oder gar keine Steinzellen; Sklerenchymring ist häufig unterbrochen. — Mark hat 5 Ausbuchtungen.

I. Steinzellen im Rindenparenchym in Gruppen:
A. Epidermis dicht besetzt mit kleinen einzelligen Haaren:
Populus alba.
B. Epidermis kahl:
Populus tremula.

II. Keine Steinzellen im Rindenparenchym:
A. Wenige Drusen im Mark:
Populus nigra.
B. Drusen im Mark zahlreich:
Populus monilifera (canadensis).

Gattung **Salix:** Kork entsteht, wo schon vorhanden, aus der Epidermis. — Als Kristalle nur Drusen, wechselnd im Parenchym der Rinde, im Bast und im Mark. — Hartbastfasergruppen isoliert. — Kutikula stets sehr kräftig.

I. Kork vorhanden:
A. Kein Haarbesatz:
1. Drusen im Mark zahlreich;
a) Rinde nicht in Kollenchym und Parenchym geschieden:
Salix triandra.
b) Rinde in typisches Kollenchym und Parenchym geschieden:
Salix pentandra.

2. Wenige oder gar keine Drusen im Mark:
   a) Markstrahlinhalt tief rötlich-braun gefärbt:
      Salix cuspidata.
   b) Markstrahlinhalt ohne Färbung:
      Salix silesiaca.

B. Besatz von wenigen einzelligen Haaren:
1. Drusen im Bast:
   a) Markraum sehr gross:
      Salix fragilis.
   b) Markraum klein:
      Salix alba.
2. Keine Drusen im Bast:
   a) Zahlreiche Interzellularen im Rindenparenchym:
      Salix ambigua.
   b) Keine Interzellularen im Rindenparenchym:
      Salix aurita.

C. Dichter Besatz von einzelligen Haaren:
1. Wenige oder keine Drusen im Mark:
   a) Zahlreiche Interzellularen im Rindenparenchym; Drusen im Bast:
      Salix cinerea.
   b) Keine Interzellularen im Rindenparenchym; keine Drusen im Bast:
      Salix velutina.
2. Zahlreiche Drusen im Mark:
      Salix viminalis.

II. Kork nicht vorhanden:

A. Epidermis kahl:
1. Wenige oder keine Drusen im Mark:
   a) Kollenchym tief rötlich-braun gefärbt:
      Salix purpurea.
   b) Kollenchym ohne Färbung:
      α) Markstrahlinhalt rötlich-braun:
         Salix acutifolia.
      β) Markstrahlinhalt ohne Färbung:
         Salix phylicifolia.
2. Zahlreiche Drusen im Mark:
      Salix caesia.

B. Epidermis mit wenigen einzelligen Haaren besetzt:
1. Wenige oder keine Drusen im Mark:
      Salix tristis.
2. Zahlreiche Drusen im Mark:
   a) Drusen im Bast in Menge:
      Salix Pontedereana.
   b) Keine Drusen im Bast:
      Salix oleifolia.

C. Dichter Besatz von einzelligen Haaren:
1. Wenige oder keine Drusen im Mark:
   a) Keine Drusen im Bast; Hartbast wenig entwickelt:
      α) Kollenchym rötlich-braun:
         Salix rubra.
      β) Kollenchym ohne Färbung:
         Salix caprea.

b) Drusen im Bast; Hartbast gut entwickelt:
Salix repens.

2. Zahlreiche Drusen im Mark:
a) Hartbast wenig entwickelt:
α) Drusen im Bast zahlreich:
Salix nigricans.
β) Keine Drusen im Bast:
Salix lanceolata.
b) Hartbast gut entwickelt:
Salix daphnoides.

Iuglandaceae.

Kork entsteht aus der subepidermalen Zellschicht; Korkzellen radial stark abgeplattet. — Kristalle: Drusen und Einzelkristalle.

I. Epidermis kahl; isolierte Hartbastfasergruppen; sekundärer Hartbast vorhanden:
Juglans regia.

II. Epidermis besetzt mit einzellreihigen Drüsenhaaren; zwischen den Hartbastfasergruppen Steinzellen; kein sekundärer Hartbast vorhanden:
Juglans nigra.

Fagales.

Kork entsteht aus der subepidermalen Zellschicht; Korkzellen radial abgeplattet. — Sklerenchymring kontinuierlich, meist gemischt:

I. Mark gar nicht gebuchtet, oder drei Ausbuchtungen; Gefässe in radialen Reihen:
Betulaceae.

A. Drei Ausbuchtungen im Mark:
1. Steinzellen zwischen den Hartbastfasergruppen: **Betula.**
a) Epidermis mit Haaren:
α) Drusen im Mark:
α_1) zahlreiche straffe einzellige Haare:
Betula pubescens.
α_2) lange weiche einzellige Haare und Büschel:
Betula nigra.
β) Keine Drusen im Mark:
β_1) Hartbast in radiär breiten Gruppen:
Betula lutea.
β_2) Hartbast in schmalen Gruppen:
* Wenige Drusen im Rindenparenchym:
Betula nana.
** Zahlreiche Drusen im Rindenparenchym:
Betula humilis.
b) Epidermis ohne Haare:
α) Im Parenchym neben dem Sklerenchym grosse Einzelkristalle:
Betula verrucosa.
β) Einzelkristalle im Parenchym fehlen:
Betula carpathica.

2. Steinzellen zwischen den Hartbastfasergruppen fehlen: **Alnus.**
   a) Epidermis ohne Haare:
      α) Korkgürtel um die ganze Achse:
         Alnus glutinosa.
      β) Korkgürtel einseitig entwickelt:
         Alnus barbata.
   b) Epidermis mit Haaren:
      α) Mark mit vielen Interzellularen:
         Alnus incana.
      β) Mark ohne Interzellularen:
         Alnus viridis.

B. Keine Ausbuchtungen im Mark; Markquerschnitt rund oder oval:
   1. Korkzellen ohne Inhalt: **Corylus.**
      a) Zahlreiche Drusen im Mark:
         α) Wenige oder keine Drusen im Bast:
            Corylus Avellana,
         β) Zahlreiche Drusen im Bast:
            β_1) Sklerenchymring nicht unterbrochen:
               Corylus intermedia.
            β_2) Sklerenchymring häufig unterbrochen:
               Corylus Colurna.
      b) Wenige oder keine Drusen im Mark:
         Corylus tubulosa.
   2. Korkzellen mit gelblich-braunem Inhalt: **Carpinus.**
      a) Epidermis mit einzelligen Haaren:
         α) Sklerenchymring ununterbrochen:
            Carpinus Betulus.
         β) Sklerenchymring häufig unterbrochen:
            Carpinus duinensis.
      b) Epidermis ohne Haare:
         Carpinus americana.

II. Mark mit vier oder fünf Ausbuchtungen:

Cupuliferae.

A. Mark mit 4 Ausbuchtungen: **Fagus, Castanea.**
   1. Primäre Markstrahlen 3—10reihig:
      a) Keine Steinzellen im Parenchym der Rinde:
         α) Einzelkristalle nur in unmittelbarer Nähe des Sklerenchyms:
            Fagus silvatica.
         β) Einzelkristalle im ganzen Rindenparenchym:
            Fagus silv. var. atropurpurea.
      b) Steinzellen im Rindenparenchym:
         Fagus ferruginea.
   2. Primäre Markstrahlen 1—3reihig:
      Castanea sativa.

B. Mark mit 5 Ausbuchtungen: **Quercus.**
   1. Epidermis ohne Haare:
      a) Korkzellen in radialer Richtung stark abgeplattet:
         α) Drusen im Mark:
            α_1) Steinzellen im Rindenparenchym:
               Quercus falcata.
            α_2) Keine Steinzellen im Rindenparenchym:
               Quercus rubra.

β) Einzelkristalle im Mark:
β1) Im Rindenparenchym nur Drusen:
Quercus sessiliflora.
β2) Im Rindenparenchym Drusen und Einzelkristalle:
Quercus coccinea.

b) Erste Korkzellreihe quadratisch, die übrigen radial stark abgeplattet:
α) Sklerenchymring häufig unterbrochen:
Quercus pedunculata.
β) Sklerenchymring ununterbrochen:
β1) Im Mark grosse Einzelkristalle:
Quercus nigra.
β2) Im Mark Drusen:
Quercus Georgiana.

c) Alle Korkzellen weitlumig; sklerotisierte Zellen im Rindenparenchym:
Quercus macrocarpa.

2. Epidermis mit Haaren:
a) 2—5armige Haare; Arme kurz:
Quercus Cerris.
b) lange einzellige Haare und Büschel aus langen Haaren:
Quercus macranthera.

Ulmaceae.

Kork entsteht aus der subepidermalen Zellschicht. — Kristalle: Nur Einzelkristalle im Rindenparenchym und im Bast; vereinzelt auch im Holzparenchym und in den Markstrahlen: — Hartbastfasern in isolierten Gruppen:

I. Keine sekundären Hartbastfasern:
A. Dünner Haarbesatz:
Ulmus campestris.
B. Keine Haare:
Ulmus montana.

II. Zahlreiche einzelne sekundäre Hartbastfasern:
Ulmus effusa.

Saxifragaceae.

Korkentstehung im Perizykel (aus der äussersten Zellreihe des Phloëms). Kristalle: Drusen und Raphiden, jedoch gesondert in den Gattungen. — Sklerenchym fehlt vollkommen:

I. Kristallform nur Drusen:
A. 1 oder 2 Reihen Kork aus radial gestreckten Zellen.
1. Lumen der Epidermiszellen und der folgenden 1—2 Zellreihen mit rötlich-braun gefärbtem Inhalt versehen:
Philadelphus speciosus.
2. Lumen der Epidermiszellen usw. ohne Inhalt:
a) Unter der Epidermis 2—3 Reihen radial zusammengedrückter Zellen:
Philadelphus pubescens.
b) Unter der Epidermis sofort ovale-runde weitlumige Zellen:
Philadelphus grandiflorus.

B. 3 oder mehr Reihen radial gestreckter Korkzellen:

1. Zwischen den radial gestreckten Korkzellen radial abgeplattete sklerotisierte Zellen:

a) 2—3 Reihen Korkzellen:

Philadelphus floribundus.

b) 3—4 Reihen Korkzellen:

Philadelphus laxus.

2. Keine sklerotisierten Zellen zwischen den Korkzellen:

Philadelphus hirsutus.

II. Kristallform nur Raphidenbündel:

A. Epidermis mit Büschelhaaren auf vielzelligem Fuss; kein Kork:

Hydrangea quercifolia.

B. Epidermis ohne Haare; Kork vorhanden:

1. Typisches Kollenchym vorhanden:

Hydrangea arborescens.

2. Kollenchym nicht typisch entwickelt:

Hydrangea paniculata.

III. Keine Kristalle; Kork nicht vorhanden; Mark röhrig:

A. Epidermis mit zahlreichen Sternhaaren; Epidermiszellen mit rötlichbraunem Inhalt:

Deutzia crenata.

B. Epidermis ohne Haare; Epidermiszellen ohne Inhalt:

Deutzia gracilis.

IV. Kristallform: Drusen.

A. Rinde besteht aus grossen Zellen; dünner Haarbesatz:

Ribes multiflorum.

B. Rinde aus kleinen Zellen; ausserordentlich dichter Besatz:

Ribes nigrum.

Rosaceae.

Die Korkentstehung ist bei den einzelnen Gattungen verschieden. — Kristalle: Drusen und Einzelkristalle oder auch nur Einzelkristalle, wechselnd im Parenchym, Bast und Mark. Hartbast sowohl in isolierten Gruppen, als auch in Verbindung mit Steinzellen:

I. Korkentstehung in der Epidermis:

A. Im Parenchym vorwiegend Einzelkristalle:

1. Die tangentialen Wände der Korkzellen sind verdickt:

a) Primäre Markstrahlen einreihig:

α) Zwischen Kollenchym und Hartbast mindestens 6 Zellreihen (bis 15) Parenchym:

α_1) Zwischen den Hartbastbündeln Gruppen von Steinzellen:

* Sklerotisierte Zellen im Rindenparenchym:

Sorbus torminalis.

** Keine sklerotisierten Zellen im Rindenparenchym:

Sorbus domestica.

α_2) Isolierte Hartbastfasergruppen:

* Im Markzentrum zahlreiche aktive Zellen:

Sorbus aucuparia.

** Im Markzentrum wenige aktive Zellen:

Sorbus Aria.

β) Zwischen Kollenchym und Hartbast höchstens 6 Reihen Parenchym:

β_1) Mark homogen; besteht aus aktiven Zellen:

* Im Mark vorwiegend Drusen:

Crataegus monogyna.

** Im Mark vorwiegend Einzelkristalle:

Crataegus oxyacantha.

β_2) Mark heterogen; nur wenige Zellen des Markzentrums sind aktiv:

Crataegus succulenta.

b) Primäre Markstrahlen bis vierreihig:

Mespilus germanica.

2. Die tangentialen Korkzellwände sind nicht dicker, als die radialen:

Cydonia japonica.

B. Im Rindenparenchym vorwiegend Drusen:

1. Kollenchym kaum vom Parenchym verschieden:

a) Keine Haare:

Pirus communis.

b) Lange, einzellige Haare:

Pirus persica.

2. Typisches Kollenchym vorhanden:

Pirus Malus.

II. Korkentstehung in der subepidermalen Zellschicht:

A. Epidermis ohne Haare:

1. Schmale, kleine Hartbastgruppen:

Prunus Padus.

2. Dicke, grosse Hartbastgruppen:

a) zahlreiche Drusen im Mark:

Prunus avium.

b) wenige oder keine Drusen im Mark:

Prunus Cerasus.

B. Epidermis mit Haaren:

1. Kurze, einzellige Haare:

Prunus spinosa.

2. Lange, einzellige Haare:

Prunus insititia.

III. Korkentstehung in einer tieferen Schicht:

A. Korkentstehung ausserhalb des Hartbastes:

Spiraea crenata.

B. Kork entsteht innerhalb vom Hartbast:

Spiraea opulifolia.

Papilionaceae.

Korkentstehung in einer tieferen Schicht der Achse, sogar innerhalb vom Hartbast. — Kristalle: entweder überhaupt keine vorhanden, oder nur Einzelkristalle; dann liegen wenige im Parenchym, zahlreiche im Mark oder Bast.

I. Im Bast und im Mark zahlreiche Sekretzellen:

A. Sklerenchymring, in dem Steinzellen sind, häufig unterbrochen; kein Kork entwickelt:

Robinia viscosa.

B. Vollkommen ununterbrochener Ring von Hartbastfasern; keine Steinzellen; 5—6 Reihen Kork vorhanden, entstanden aus der dritten Zellreihe unter der Epidermis:
Robinia Pseudacacia.

II. Sekretzellen sind nicht vorhanden:

A. Mark röhrig:
Caragana arborescens.

B. Mark geschlossen:

1. Rinde umfasst höchstens 6 Zellreihen:

a) Keine Korkentwickelung:
Colutea arborescens.

b) Korkentwickelung innerhalb vom Hartbaste:
Colutea haleppica.

2. Rinde umfasst mindestes 8 Zellreihen:
Cytisus Laburnum.

Sapindales.

I. Aceraceae.

Der Kork entsteht, wenn vorhanden, meist aus der subepidermalen Zellschicht, vereinzelt in der Epidermis selbst. — Kristalle: Vorwiegend Einzelkristalle, selten wenige Drusen. — Fast oder vollkommen ununterbrochener Sklerenchymring:

A. Kork vorhanden:

1. Sklerenchymring hin und wieder unterbrochen:

a) Korkentstehung in der subepidermalen Zellschicht:

α) Wenige oder gar keine Haare:
Acer campestre.

β) Dichter Besatz von einzelligen Haaren:
Acer obtusatum.

b) Korkentstehung in der Epidermis:
Acer dasycarpum.

2. Sklerenchymring vollkommen ununterbrochen:

a) Sekundärer Hartbast in kleinen Gruppen:
Acer Pseudoplatanus.

b) Kein sekundärer Hartbast:

α) Zahlreiche grosse Gefässe in Gruppen im älteren Teile des Holzes:
Acer italum.

β) wenige grosse Gefässe über den ganzen Holzteil verstreut:
Acer monspessulanum.

B. Kork nicht vorhanden:

1. Zwischen Epidermis und Hartbast höchstens 10 Zellagen; im Bast wenige oder keine Kristalle:
Acer tatarcium.

2. Zwischen Epidermis und Hartbast mindestens 15 Zellagen; im Bast zahlreiche Einzelkristalle:
Acer Lobelii.

II. Hippocastanaceae.

Kork entsteht aus der subepidermalen Zellschicht. — Kristalle: Drusen und in der Nähe des Sklerenchyms zahlreiche Einzelkristalle. Sklerenchymring ist vollkommen ununterbrochen und gemischt:

A. Einzelkristalle im Mark:
Aesculus Hippocastanum.

B. Drusen im Mark:
Aesculus lutea.

Rhamnaceae.

Kork entsteht aus der subepidermalen Zellschicht; Korkzellen sind derbwandig, mit Inhalt gefüllt. — Kristalle: Drusen und Einzelkristalle im Rindenparenchym und Bast, im Mark nur Drusen. — Hartbast, wenn vorhanden, in kleinen isolierten Gruppen:

I. Hartbastfasern vorhanden; keine Schleimbehälter:

A. Mark homogen; alle Zellen leer:
Rhamnus cathartica.

B. Mark heterogen; peripherischen Zellschichten aktiv:
Rhamnus alpina.

II. Keine Hartbastfasern vorhanden; Schleimbehälter in der Rinde nnd im Mark:
Rhamnus Frangula.

Tiliaceae.

Kork entsteht, wo vorhanden, in der subepidermalen Zellschicht. — Kristalle: fast ausschliesslich Drusen, selten wenige Einzelkristalle im Bast. — Primärer und sekundärer Hartbast in Gruppen; sekundärer Hartbast fächert den Bast durch drei tangentiale Binden:

I. Vereinzelte lange, einzellige Haare; kein Kork:
Tilia grandifolia.

II. Keine Haare; Kork ist vorhanden:

A. Zahlreiche Drusen im Mark:
Tilia parvifolia.

B. Wenige oder gar keine Drusen im Mark:
Tilia americana.

Oleaceae.

Der Kork entsteht in der subepidermalen Zellschicht; die Korkzellen sind dünnwandig, vorzugsweise in radialer Richtung gestreckt. — Kristalle: Nur Kristallnädelchen und Kristallprismen. — Hartbast in isolierten Gruppen oder auch Steinzellen dazwischen:

I. Zwischen den Hartbastfasergruppen zahlreiche Steinzellen:

A. Aktives Mark; sklerotisierte Zellen im Rindenparenchym:
Fraxinus excelsior.

B. Leeres Mark; keine sklerotisierten Zellen im Rindenparenchym:
Fraxinus Ornus.

II. Zwischen den Hartbastfasergruppen nur selten vereinzelte Steinzellen:
A. Kollenchym deutlich vom Parenchym zu unterscheiden:
1. Keine Haare:
a) Wenige Steinzellen zwischen den Hartbastfasergruppen:
Syringa vulgaris.
b) Keine Steinzellen zwischen den Hartbastfasergruppen:
α) Im Rindenparenchym tangential langgestreckte Interzellularen:
α_1) Epidermiszellen ohne Inhalt:
Syringa Emodi.
α_2) Epidermiszellen mit gelblichem Inhalt:
Syringa persica.
β) Keine Interzellularen im Rindenparenchym:
Syringa oblata.
2. Besatz von einzelligen Haaren:
a) Gefässe über den ovalen Querschnitt des Holzteiles verstreut:
Syringa Josikaea.
b) Gefässe nur an den Schmalseiten des ovalen Querschnittes des Holzteiles:
Syringa pekinensis.
B. Kollenchym fast gar nicht vom Parenchym zu unterscheiden:
1. Wenige einzellige, straffe Haare, die aus je einer Epidermiszelle hervorgehen:
Ligustrum vulgare.
2. Zahlreiche einzellige Haare, die aus mehreren Epidermiszellen entstehen:
Ligustrum Stauntonii.

Bignoniaceae.

Der Kork entsteht aus der subepidermalen Zellschicht; die Korkzellen sind dünnwandig, meist in radialer Richtung gestreckt. — Kristallform: neben Stäbchen und Prismen kleine Oktaeder. Hartbastfasern in isolierten Gruppen. Die Epidermiszellen haben allseitig verdickte Wände.

I. Keine Kristalle im Rindenparenchym, sondern nur im Mark:
A. In der Markperipherie liegen grosse Mengen von Kristallen:
Catalpa bignonioides.
B. Im Mark nur wenige Kristalle:
Catalpa hybrida.
II. Kristalle im Rindenparenchym und im Mark:
Catalpa ovata.

Caprifoliaceae.

Korkentstehung bald in der Epidermis, bald in der ersten Zellreihe der primären Rinde, bald im Perizykel; Korkzellen sind weitlumig, meist zartwandig. — Kristallform: Entweder nur Drusen oder nur Kristallsand. Die Hartbastfasern liegen einzeln, oder in kleinen isolierten Gruppen.

I. Nur Drusen; keine Sekretzellen im Mark:
A. Korkentstehung in der Epidermis:
1. Besatz von zahlreichen Sternhaaren; Hartbastfasern fehlen:
Viburnum Lantana.

2. Kein Haarbesatz; Hartbastfasern vorhanden:
Viburnum dentatum.

B. Korkentstehung in der subepidermalen Zellschicht:
1. Hartbastfasern vorhanden:
Viburnum Opulus.
2. Hartbastfasern fehlen:
Viburnum americanum.

C. Korkentstehung im Perizykel; Mark röhrig:
Lonicera bella.

II. Nur Kristallsand; Sekretzellen im Mark:

A. Sekretzellen nur in der Markperipherie.
1. Sekretzellen auch in der Rinde; Epidermiszellen rechteckig in tangentialer Richtung gestreckt:
Sambucus canadensis.
2. Keine Sekretzellen in der Rinde; Epidermiszellen rechteckig, in radialer Richtung gestrekt:
Sambucus nigra.

B. Sekretzellen auch im Zentrum des Markes:
1. Epidermiszellen mit tiefrotem Inhalt; wenige Sekretzellen im Markzentrum:
Sambucus glauca.
2. Epidermiszellen ohne gefärbten Inhalt; zahlreiche Sekretzellen im Markzentrum:
Sambucus racemosa.

Literaturverzeichnis.

1. Dr. H. Solereder „Systematische Anatomie der Dikotyledonen.“ Stuttgart 1899.
2. Dr. H. Solereder „Ergänzungsband zur systematischen Anatomie.“ Stuttgart 1908.
3. Fr. Schwarz „Forstliche Botanik.“ Berlin 1892.
4. Willkomm „Deutschlands Laubhölzer im Winter.“
5. R. Hartig „Unterscheidungsmerkmale der wichtigeren in Deutschland wachsenden Hölzer.“
6. Fr. v. Höhnel „Über Kork und verkorkte Gewebe überhaupt.“ Sitzungs-Berichte der Wiener Akad. d. Wissensch. Bd. LXXVI, 1877.
7. J. Möller „Anatomie der Baumrinden. Berlin 1882.“
8. Trautwein „Einjährige vegetative und Blütenstandsachsen.“ Diss. Halle, 1885.
9. Hanke „Über einjährige Achsen.“ Diss. Basel, 1877.
10. Linsbauer „Vergleichende Anatomie der Caprifoliaceae“ in Verh. k. k. zool. bot. Gesellsch. Wien, Bd. XLV, 1895.
11. C. K. Schneider „Dendrologische Winterstudien“. 1903.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	5—6
Spezieller Teil	7—58
Fam. Salicaceae	7—16
„ Juglandaceae	16—17
„ Fagales	17—27
„ Ulmaceae	28
„ Saxifragaceae	29—33
„ Rosaceae	33—39
„ Papilionaceae	40—42
„ Aceraceae	42—46
„ Hippocastanaceae	46
„ Rhamnaceae	47—48
„ Tiliaceae	48—49
„ Oleaceae	50—53
„ Bignoniaceae	53—54
„ Caprifoliaceae	54—58
Allgemeiner Teil	59—73
Literaturverzeichnis	74.

Lebenslauf.

Ich wurde am 25. April 1890 als Sohn des Rektors Wilhem Schanze und seiner Frau Lina, geb. Leimbach, in Cassel geboren. Von Ostern 1900 an besuchte ich das Königliche Friedrichs-Gymnasium in Cassel, das ich Ostern 1909 mit dem Reifezeugnis verliess. In Göttingen studierte ich von Ostern 1909 an Naturwissenschaften und Mathematik. Vorlesungen und Übungen besuchte ich bei folgenden Herren Professoren und Dozenten:

Baumann, Berthold, Coehn, Ehlers, Hoffmann, Husserl, Kötz, Mügge, Müller, Peter, Riecke, Toeplitz, Verworn, Voigt, Wallach, Zermelo.

Die mündliche Doktorprüfung bestand ich am 2. Juli 1913.

Karl Schanze.